ELETTRONICA PRATICA

RIVISTA MENSILE PER GLI APPASSIONATI DI ELETTRONICA - RADIO - OM - 27 MHz

PERIODICO MENSILE - SPED. IN ABB. POST. GR. 3°/70 - ANNO XX - N. 1 - GENNAIO 1991

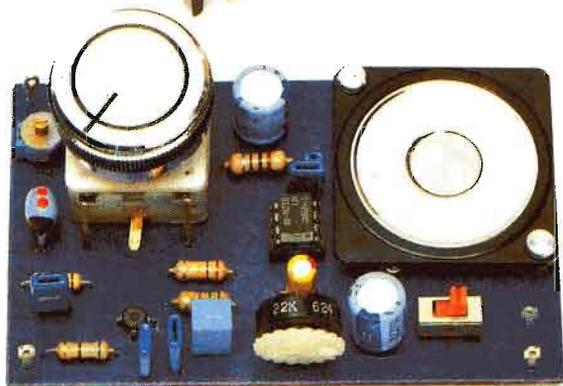
ED. ELETTRONICA PRATICA - VIA ZURETTI, 52 - 20125 MILANO - TEL. 02/6697945

L. 5.000

PRIMI PASSI DIODI CONTROLLATI SCR

APPARATO PROTETTIVO DA SOVRACCARICHI

VOLTMETRO PER RF

DIDATTICO PER ONDE MEDIE

RADIORICEVITORE

STRUMENTI DI MISURA

MULTIMETRO DIGITALE

MOD. TS 280 D - L. 132.000

CARATTERISTICHE GENERALI
7 Campi di misura - 31 portate - Visualizzatore cristallo liquido a 3½ cifre altezza mm 12,5 montato su elastomeri - Integrati montati su zoccoli professionali - Batteria 9 V - Autonomia 1000 ore per il tipo zinco carbone, 2000 ore per la batteria alcalina - Indicatore automatico di batteria scarica quando rimane una autonomia inferiore al 10% - Fusibile di protezione - Bassa portata ohmmetrica (20 Ω) - 10 A misura diretta in D.C. e A.C. - Cicalino per la misura della continuità e prova diodi - Boccole antinfortunistiche - Dimensione mm 170 x 87 x 42 - Peso Kg 0,343

PORTATE

VOLT D.C	=	200 mV - 2 V - 20 V - 200 V - 1000 V
VOLT A.C.	=	200 mV - 2 V - 20 V - 200 V - 750 V
OHM	=	20 Ω - 200 Ω - 2 KΩ - 20 KΩ - 200 KΩ - 2 MΩ - 20 MΩ
AMP. D. C.	=	200 μA - 2 mA - 20 mA - 200 mA - 2000 mA - 10 A
AMP. A.C.	=	200 μA - 2 mA - 20 mA - 200 mA - 2000 mA - 10 A

ACCESSORI
Libretto istruzione con schema elettrico e distinta dei componenti - Puntali antinfortunistici - Coccodrilli isolati da avvitare sui puntali.

TESTER ANALOGICO

MOD. TS 260 - L. 62.000

CARATTERISTICHE GENERALI
7 Campi di misura - 31 portate

Sensibilità	:	20.000 Ω/V D.C. - 4.000 Ω/V A.C.
Dimensioni	:	mm 103 x 103 x 38
Peso	:	Kg 0,250
Scala	:	mm 95
Pile	:	2 elementi da 1,5 V

2 Fusibili
Spinotti speciali contro le errate inserzioni

PORTATE

VOLT D.C	=	100 m V - 0,5 V - 2 V - 5 V - 20 V - 50 V - 100 V - 200 V - 1000 V
VOLT A.C.	=	2,5 V - 10 V - 25 V - 100 V - 250 V - 500 V - 1000 V
OHM	=	Ω x 1 - Ω x 10 - Ω x 100 - Ω x 1000
AMP. D.C.	=	50 μA - 500 μA - 5 mA - 50 mA - 0,5 A - 5 A
AMP. A.C.	=	250 μA - 1,5 mA - 15 mA - 150 mA - 1,5 A - 10 A
CAPACITÀ	=	0 ÷ 50 μF - 0 ÷ 500 μF (con batteria interna)
dB	=	22 dB - 30 dB - 42 dB - 50 dB - 56 dB- 62 dB

ACCESSORI
Libretto istruzione con schema elettrico e parti accessorie - Puntali

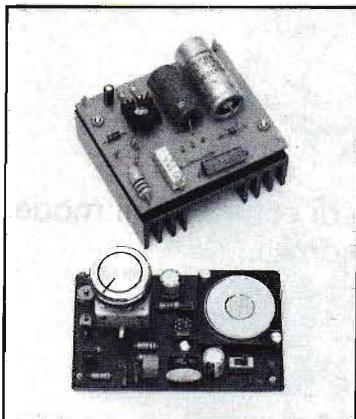
Gli strumenti pubblicizzati in questa pagina possono essere richiesti inviando anticipatamente l'importo, nel quale sono già comprese le spese di spedizione, tramite vaglia postale, assegno bancario o conto corrente postale n. 46013207 a: STOCK RADIO - 20124 MILANO - Via P. Castaldi, 20.

AUGURI

Riprende, a partire da questo mese, con rinnovato vigore, l'attività tecnico editoriale che ci terrà impegnati nel nuovo anno. Con lo stimolo dell'interesse per il lavoro che ci aspetta e la speranza che il tempo futuro sia prodigo di maggiore serenità per tutti. Per voi che, giustamente, mirate ad esercitare l'hobby dell'elettronica in un clima diverso, assai più disteso, cordiale e costruttivo. Per noi che, giorno dopo giorno, dobbiamo superare tanti, troppi impedimenti burocratici, momenti di economia difficile, ingerenze che, indubbiamente e pesantemente, colpiscono l'editoria periodica. Ma che si riflettono negativamente sugli entusiasmi del nostro pubblico, costretto a sopportare costi sempre crescenti, a subire interruzioni nell'esercizio applicato, a soffrire i molti disservizi, pubblici e privati, che comprimono i settori merceologici, tecnologici e didattici. Eppure dobbiamo adoperarci in ogni modo per ritrovare una totale fiducia nei buoni propositi, richiamandoci al senso del dovere, senza rimanere inerti e passivi, nella convinzione che basta percorrere il cammino dell'operosità, per superare ogni ostacolo ed avviare il tutto verso un lieto fine. Con tali fermi auspici, dunque, ci rivolgiamo ai lettori, assidui od occasionali, amatori o abbonati, per esprimere loro il più schietto augurio di buon anno ed il ringraziamento per i continui, ripetuti messaggi di plauso alla linea da noi fin qui seguita.

ELETTRONICA PRATICA

RIVISTA MENSILE DI ELETTRONICA - ANNO 20 - N. 1 GENNAIO 1991

LA COPERTINA - Propone, questo mese, due diversi, importanti progetti: quello di un radioricevitore didattico, per l'ascolto in altoparlante della gamma delle onde medie e l'altro, consigliabile ai lettori più preparati, del dispositivo di protezione, contro i sovraccarichi, degli amplificatori di bassa frequenza.

editrice
ELETTRONICA PRATICA

direttore responsabile
ZEFFERINO DE SANCTIS

disegno tecnico
CORRADO EUGENIO

stampa
TIMEC
ALBAIRATE - MILANO

Distributore esclusivo per l'Italia:
A.&G. Marco - Via Fortezza n. 27 - 20126 Milano tel. 25261 autorizzazione Tribunale Civile di Milano - N. 74 del 29-12-1972 - pubblicità inferiore al 25%.

UNA COPIA L. 5.000

ARRETRATO L. 5.000

I FASCICOLI ARRETRATI DEBBONO ESSERE RICHIESTI ESCLUSIVAMENTE A:
ELETTRONICA PRATICA
Via Zuretti, 52 - 20125 MILANO

DIREZIONE - AMMINISTRAZIONE - PUBBLICITÀ - VIA ZURETTI 52 - 20125 MILANO

Sommario

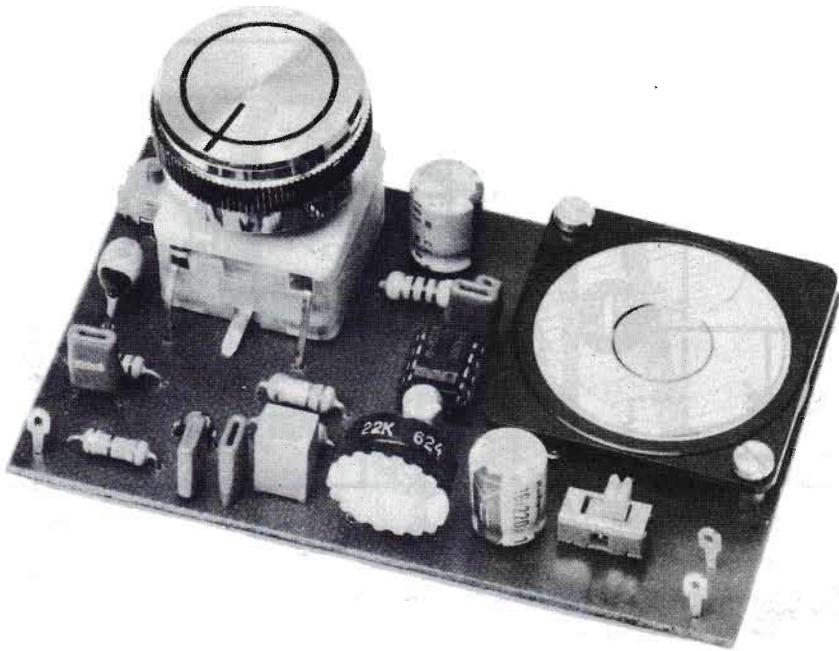
20125 MILANO - VIA ZURETTI, 52 - Telefono (02) 6697945

Un piacevole esercizio di radiotecnica applicata.

Impiego di componenti moderni ma economici.

RICEVITORE RADIO DIDATTICO

La pubblicazione del progetto di un semplice radioricevitore portatile, adatto all'ascolto delle sole onde medie, non può rappresentare, così come poteva accadere un tempo, l'occasione per realizzare ed entrare in possesso di un apparato di sicuro valore commerciale. Perché l'attuale mercato dell'elettronica offre a tutti e in ogni luogo l'opportunità di acquistare, a bassi prezzi, i più svariati modelli di ricevitori, in gran parte provenienti dall'estremo oriente, costruiti con tecniche e caratteristiche certamente non raggiungibili da un dilettante. Ma il suggerimento applicativo che, di quando in quando, il nostro periodico propone ai suoi lettori, assume ben altro significato: esattamente quello di partecipare ad una breve lezione di radioelettronica pratica, che si impone come tappa d'obbligo per l'arricchimento della formazione intellettuale, necessaria per affrontare, in futuro, programmi assai più complessi e prodighi di soddisfazioni personali. Dunque, l'apparecchio radio, qui presentato e descritto, risponde pienamente alle esigenze ed alle aspirazioni di coloro che, nella disciplina elettronica, stanno muovendo i primi passi e non possono, evidentemente, sottoporsi a difficili procedimenti di taratura, sia per giustificata inesperienza, sia per carenza di attrezzature e strumenti. Conseguentemente, l'ascolto, pur ottenuto attraverso un piccolo altoparlante, è limitato alla sola gamma a modulazione d'ampiezza e, in particolare, alle emittenti radiofoniche locali di maggior potenza, pur ricorrendo ai circuiti di antenna e di terra, ma garantendo la presenza delle fondamentali

La costruzione di un ricevitore radio per onde medie, alimentato a pila, di piccole dimensioni e con ascolto in altoparlante, rappresenta un importante traguardo nella didattica della radiotelefonìa. Ma anche l'esercizio pratico, più elementare, che mette alla prova le attitudini di ogni hobbysta.

Esaltazione delle caratteristiche di sensibilità e selettività.

qualità della sensibilità di ricezione e della selettività dei segnali, derivando l'alimentazione da una piccola pila.
In fase di progettazione del circuito del radioricevitore, sono state di proposito ignorate le tecniche della reazione, reflex, supereterodina e quant'altro appartiene ai diversi metodi dell'insegnamento mirato alla preparazione professionale dell'allievo, per lasciare spazio, invece, a quello della rivelazione diretta e dell'ingresso ad alta impedenza. Ma lasciamo da parte, a questo punto, ogni ulteriore elemento introduttivo, per iniziare subito un attento esame delle prime sezioni dello schema elettrico di figura 1.

IL CIRCUITO OSCILLANTE

Sul morsetto contrassegnato con la lettera A va collegato il conduttore di discesa dell'antenna, che può essere rappresentata da uno spezzone di filo conduttore qualsiasi. Su quello indicato con la lettera T si applica la linea di terra, ovvero il conduttore elettrico che, all'estremità opposta, raggiunge un rubinetto dell'acqua od un tubo dell'impianto di riscaldamento.
Sulla linea di discesa dell'antenna è presente il compensatore C1, che è un piccolo condensatore il cui valore capacitivo può essere regolato, per mezzo di un cacciavite, fra un minimo di 10 pF ed un massimo di 60 pF, allo scopo di adattare il comportamento dell'antenna adottata a quello del circuito oscillante, composto dalla bobina L1 e dal condensatore variabile C2, il cui perno ruotante consente la ricerca delle emittenti radiofoniche e costituisce, quindi, il comando di sintonia del ricevitore.
Più precisamente, il condensatore variabile C2 seleziona i segnali radio captati dall'antenna ed applicati al circuito oscillante, per concedere via libera soltanto ad uno di questi. Perché la posizione delle lamine mobili, rispetto a quelle fisse del variabile C2, stabilisce, assieme alle caratteristiche radioelettriche della bobina L1, la frequenza di risonanza, che si identifica con quella del segnale radio che si vuol ricevere.

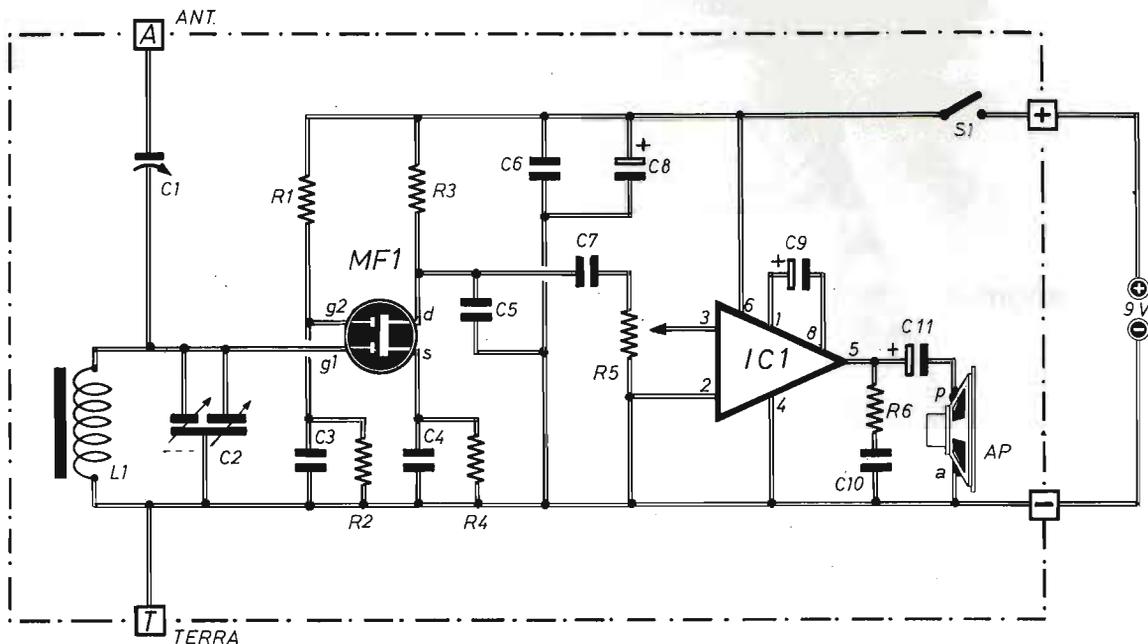



Fig. 1 - Schema elettrico del radioricevitore per onde medie, con ascolto in altoparlante, descritto nel testo. Con C1 si regola la selettività, con C2 si effettua la sintonia, con R5 si controlla il volume dell'audio.

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 10/60 pF (compensatore)
C2 = variabile (vedi testo)
C3 = 100.000 pF (ceramico)
C4 = 100.000 pF (ceramico)
C5 = 100.000 pF (ceramico)
C6 = 100.000 pF (ceramico)
C7 = 1 µF (non polarizzato)
C8 = 220 µF - 16 VI (elettrolitico)
C9 = 10 µF - 16 VI (elettrolitico)
C10 = 50.000 pF (ceramico)
C11 = 220 µF - 16 VI (elettrolitico)

Resistenze

R1 = 220.000 ohm - 1/4 W
R2 = 100.000 ohm - 1/4 W
R3 = 1.500 ohm - 1/4 W
R4 = 68 ohm -1/4
R5 = 22.000 ohm (trimmer)
R6 = 10 ohm - 1/4 W

Varie

L1 = imp. RF (330 µH)
MF1 = BF960
IC1 = LM386
AP = 8 ohm
S1 = interrutt.
ALIM. = 9 Vcc

Le grandezze elettriche, che caratterizzano il circuito oscillante, sono essenzialmente due: l'induttanza e la capacità. La prima è introdotta dalla bobina, la seconda dal condensatore. Collegati assieme, nel nostro caso in parallelo, questi elementi formano il circuito oscillante, chiamato pure circuito accordato, dato che, durante la rotazione del perno di C2, si "accorda" il cir-

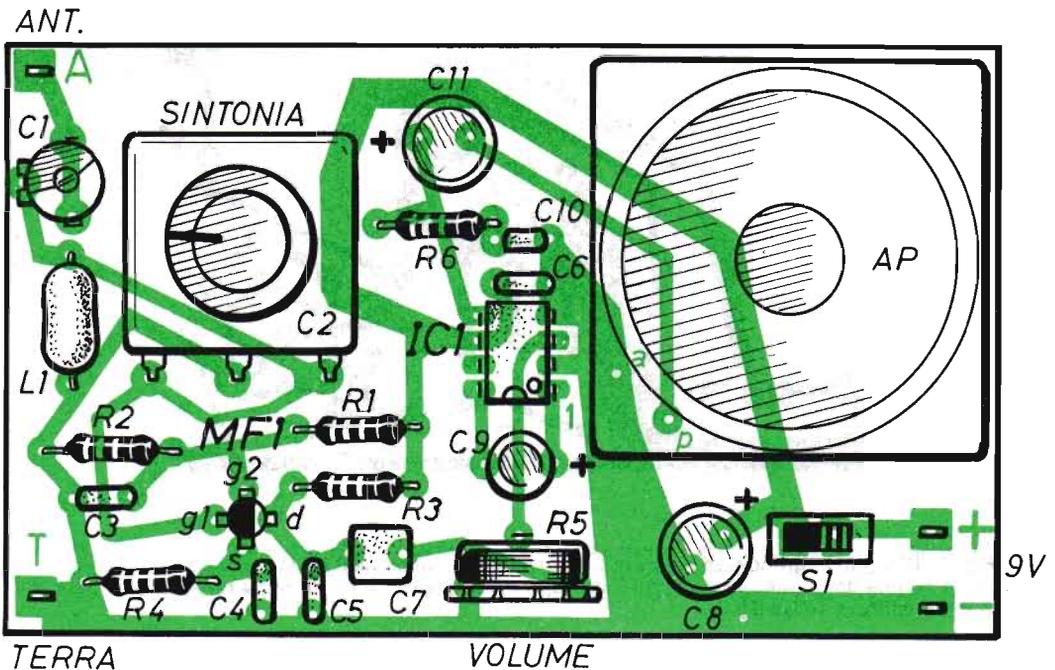



Fig. 2 - Piano costruttivo del modulo elettronico dell'apparato radioricevente. Le piste di rame del circuito stampato, qui riportate in colore, debbono intendersi viste in trasparenza, giacché si trovano sulla faccia della basetta supporto opposta a quella in cui sono inseriti i componenti elettronici.

cuito sulla frequenza della emittente in ascolto.
Sotto l'aspetto teorico, il circuito risonante deve considerarsi perfetto, ma in realtà le cose non vanno così. Perché a causa delle perdite introdotte dal condensatore, dall'induttanza e, soprattutto, dal carico collegato, che nel circuito di figura 1 è rappresentato dal transistor MF1, le condizioni ideali di funzionamento non sono più rispettate. Conseguentemente si verifica una diminuzione della caratteristica di risonanza del circuito stesso o, come si suol dire con linguaggio tecnico, del "fattore di merito", meglio noto come "fattore Q".
Tanto più elevato è il fattore di merito Q di un circuito accordato, tanto più sensibile e selettivo esso appare, come indica il diagramma riportato in figura 4, che riflette una delle maggiori caratteristiche del particolare tipo di bobina L1 impiegata nel progetto di figura 1. Questa infatti, in sostituzione della consueta bobina avvolta su nucleo di ferrite piatta o cilindrica, di grosse dimensioni, è qui rappresentata da una microinduttanza, la cui espressione costruttiva è riportata in figura 5 ed il cui normale impiego è quello di impedenza a radiofrequenza, comunemente conosciuta tramite la sigla JAF.
Le impedenze a radiofrequenza, di produzione attuale, sono realizzate su un piccolo nucleo di ferrite. L'avvolgimento, dunque, è composto da poche spire, se rapportate al valore dell'induttanza, che introducono nel circuito oscillante una bassa resistenza ohmmica. Pertanto, come dimostra il diagramma di figura 4, il fattore di merito Q è assai elevato.
Il modello di impedenza pubblicato in figura 5 interpreta essenzialmente la costruttività del componente, dato che in realtà esso appare ricoperto con sostanza isolante protettiva, sopra la quale è stampigliato il valore in μH o in mH (microhenry o millihenry).

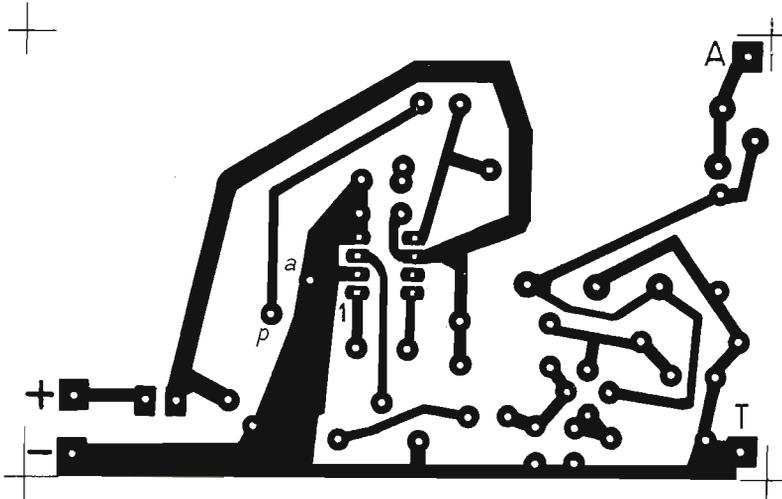



Fig. 3 - Disegno in grandezza naturale del circuito stampato che il radiomontatore deve comporre su una delle due facce di una basetta di materiale isolante, di forma rettangolare, delle dimensioni di 10 cm x 6 cm.

TRANSISTOR MOSFET

Completata l'analisi del circuito accordato del ricevitore ed esaltato il suo alto fattore di merito Q, sorge ora il problema di conservare tale qualità intrinseca della sezione d'ingresso dell'apparecchio radio, che si rispecchia in un elevato grado di sensibilità ed in una notevole selettività. A tale scopo, quindi, è necessario applicare al circuito oscillante LC un carico ad altissima impedenza. E la scelta è caduta ovviamente sul transistor MOSFET che, per brevità di dizione, viene chiamato più riduttivamente transistor MOS.
Quello impiegato nel progetto di figura 1 è un MOS a doppio gate, modello BF 960, le cui maggiori grandezze caratteristiche sono riportate nell'apposita tabella.

DATI CARATTERISTICI DEL MOSFET BF 960

Freq. di lav.	**= 1.000 KHz**
Tens. d-s	**= 20 V (max.)**
Corr. d-s	**= 30 mA (max.)**
Pot. max. diss.	**= 200 mW**
Capacità ingr. g1	**= 1,8 pF**
Guadagno max. pot.	**= 23 dB a 200 MHz**
Fig. di rumore	**= 1,6 dB a 200 MHz**

I transistor MOS appartengono alla categoria di quelli ad effetto di campo e, parimenti a quanto si verifica nei FET, sono dotati degli elettrodi di gate, drain e source. Il secondo gate, quando questo è presente come nel modello qui in esame, funge da resistenza variabile di controllo del funzionamento del MOS.
Quella del FET rappresenta la prima realizzazione, su scala industriale, dei transistor ad effetto di campo, ma la tecnologia MOS vanta certamente il primato della scoperta ed oggi è l'ultima a coinvolgere il mondo produttivo, al punto che i MOS sono attualmente i più diffusi fra tutti. Specialmente perché questi possono essere costruiti in piccolissime dimensioni, grazie ad alcune particolarità del processo tecnologico, che consentono di agglomerare, in uno stesso circuito integrato, decine di milioni di transistor.
Per interpretare brevemente il comportamento del transistor MOS, si può dire soltanto che questo controlla la resistenza fra source e drain, come se si trattasse di un reostato regolabile con tensione di gate, sia per la corrente conti-

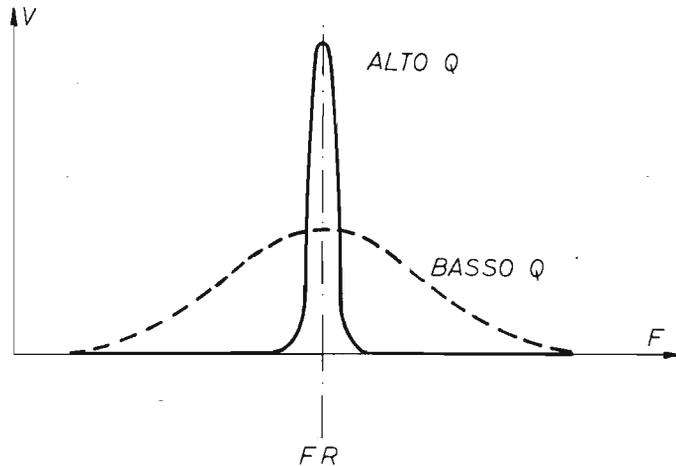



Fig. 4 - Il diagramma riportato in posizione centrale interpreta, analiticamente, la collocazione della frequenza di risonanza FR del circuito oscillante del ricevitore e, conseguentemente, il suo elevato fattore di merito Q, che esalta la sensibilità e la selettività dell'apparecchio.

nua sia per quella alternata. Il che li distingue ulteriormente dai transistor bipolari.
Teoricamente il MOS non consuma corrente in entrata, né quando conduce, né quando è interdetto. Il consumo si manifesta invece durante le commutazioni, a causa della capacità d'ingresso che deve essere caricata e scaricata.
La principale caratteristica del MOS, impiegato nel progetto di figura 1, è quella di presentare una elevatissima impedenza d'ingresso, che bene si accorda con quella del circuito oscillante, comportandosi quasi come un condensatore da 1,8 pF. Dunque, a meno che non si sia tanto sfortunati da abitare in zone dove le emittenti locali lavorano con frequenze di valore poco diverso l'uno dall'altro, il ricevitore così concepito non solleva alcun problema di separazione dei segnali radio.

AMPLIFICAZIONE BF

La denominazione di ricevitore a rivelazione diretta, già citata in precedenza, deriva dall'assenza di stadi amplificatori ad alta frequenza. Ciò significa che, nel circuito di figura 1, i segnali radio, che sono segnali AF, dopo la selezione effettuata dallo stadio di entrata, vengono inviati direttamente al gate (g1) di MF1 per essere da questo rivelati e resi disponibili sull'elettrodo di drain (d). Ma il transistor MF1 provvede pure ad amplificare, in una certa misura, i segnali prima di applicarli, tramite il condensatore C7, al trimmer R5, che costituisce il comando di volume del ricevitore.
Il condensatore C5 libera il segnale di bassa frequenza ossia il segnale rivelato, dai suoi contenuti di tensioni ad alta frequenza, scaricandole a massa, cioè sulla linea di terra che, nello schema del ricevitore, coincide con quella di alimentazione negativa della pila a 9 V.
Il condensatore C7 blocca la tensione di alimentazione positiva continua con cui la pila alimenta l'elettrodo di drain (d) di MF1, ma lascia passare i segnali di bassa frequenza che raggiungono il trimmer R5. Dunque, sui terminali di questa resistenza variabile è rilevabile la tensione rappresentativa della bassa frequenza, che viene prelevata, nella misura desiderata, dal cursore del componente ed applicata all'integrato IC1, per il quale si è fatto uso del modello LM 386.
L'integrato IC1, il cui schema elettrico interno è pubblicato a sinistra di figura 8, mentre sulla

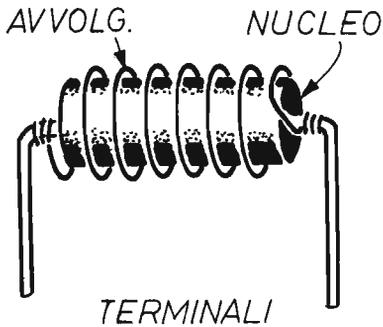



Fig. 5 - Le impedenze a radiofrequenza, di attuale produzione, sono composte con poche spire di filo conduttore avvolte su nucleo di ferrite. Questi componenti vengono ricoperti con materiale isolante protettivo, sul quale appare stampigliato il valore elettrico.

destra della stessa figura si nota la conformazione esteriore reale del componente con la relativa piedinatura, pilota lo stadio amplificatore BF del ricevitore. Esso, quindi, eleva il livello dei segnali al punto ritenuto adatto a far funzionare un piccolo altoparlante di 3,5 cm di diametro e con impedenza di 8 ohm.
I segnali amplificati da IC1 vengono prelevati dall'uscita del componente, cioè dal piedino 5, per essere applicati, tramite il condensatore elettrolitico C11, al piccolo altoparlante AP. La resistenza R6 ed il condensatore C10 sono componenti richiesti dall'impiego corretto dell'integrato, le cui caratteristiche elettriche sono elencate nell'apposita tabella.

CARATTERISTICHE DELL'INTEGRATO LM 386

V alim.	**= 4 V (min.) - 14 V (max.)**
I riposo	**= 4 mA**
Pot. usc.	**= 0,7 W a 9 V su 8 ohm**
Freq. max. lav.	**= 300 KHz**
Resist. entr.	**= 50 Kohm**
Guadagno max.	**= 200 volte**
Dist. arm.	**= 0,2 %**

La descrizione teorica del progetto di figura 1 si conclude ora spendendo qualche parola a beneficio del circuito di alimentazione, ossia dell'alimentatore. Il quale, come è stato detto, rimane

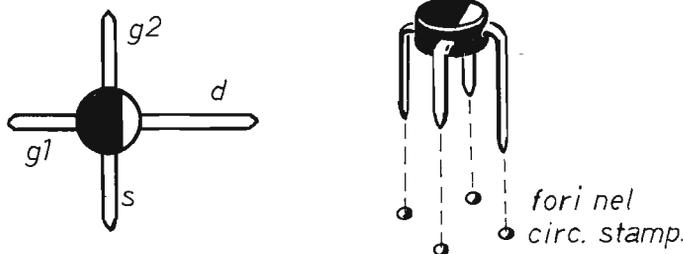



Fig. 6 - Sulla sinistra del disegno appare il transistor MF1 visto superiormente. Sulla destra viene suggerito all'operatore il modo di ripiegamento degli elettrodi del componente prima del suo inserimento sul modulo del ricevitore.

rappresentato da una pila da 9 V, nel caso in cui si faccia poco uso dell'apparecchio, ma che deve essere composto con due pile piatte, da 4,5 V ciascuna, collegate in serie tra loro, se il ricevitore vien fatto funzionare in tempi assai lunghi.
L'interruttore S1 consente di accendere e spegnere a piacere il radioricevitore.

MONTAGGIO DELL'APPARECCHIO

Per ridurre il più possibile le dimensioni del radioricevitore, al sistema di montaggio cablato è stato preferito quello maggiormente ordinato e razionale del circuito stampato, che respinge ogni possibile formazione di falsi contatti e cortocircuiti fra i componenti. Dunque, prima di iniziare le operazioni di composizione dell'apparecchio, il dilettante è chiamato ad eseguire, per mezzo di uno dei tanti metodi consentiti dalle varie tecniche attualmente disponibili, il circuito stampato, il cui disegno in grandezza reale è pubblicato in figura 3, servendosi di una piastrina di materiale isolante, di forma rettangolare, delle dimensioni di 10 cm x 6 cm, sulla quale si dovranno pure praticare tutti i fori necessari per l'introduzione dei terminali dei componenti elettronici. Poi, una volta approntata la basetta supporto, tenendo sott'occhio il piano costruttivo di figura 2, si inseriranno su questa i vari elementi. Successivamente, a lavoro ultimato e dopo aver constatato l'efficienza del ricevitore, il modulo elettronico potrà essere introdotto in un piccolo contenitore di plastica o di legno, comunque di materiale non metallico, allo scopo di favorire l'ingresso dei segnali radio anche direttamente sul circuito accordato d'entrata.
Nel prototipo, da noi realizzato e collaudato, è stato montato un altoparlante di tipo "piatto", di minime dimensioni che, come accade in tutti i trasduttori acustici molto piccoli, non può vantare una buona riproduzione sonora, soprattutto per l'assenza di un'adatta cassa di risonanza. E ciò è un vero peccato, perché la riproduzione audio del progetto è molto buona. Pertanto, coloro che volessero rinunciare alle dimensioni miniaturizzate del ricevitore ed esaltare quest'ultima caratteristica, dovranno sostituire l'altoparlante piatto con una cassa acustica da 8 ohm, oppure con un modello comune di altoparlante, ma di diametro non inferiore ai 10 cm.

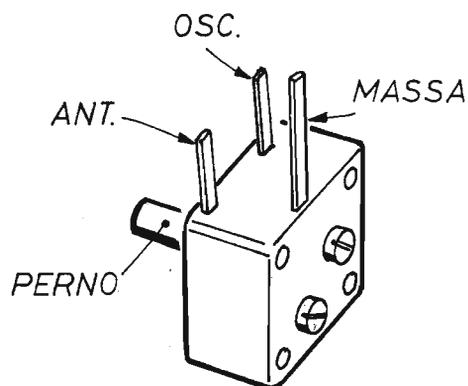



Fig. 7 - I condensatori variabili di tipo miniatura, più comuni e facilmente reperibili in commercio, sono quelli appositamente costruiti per i ricevitori supereterodina, come il modello qui pubblicato ed utilizzabile nel circuito del progetto dell'apparecchio presentato e descritto in questa sede.

Il condensatore variabile C2, che assieme all'impedenza a radiofrequenza L1 da 330 µH compone il circuito oscillante d'ingresso, può presentarsi con aspetti esteriori diversi, ma quello più comune è riportato in figura 7. In ogni caso il valore capacitivo può variare fra i 160 pF e i 300 pF.
Il modello illustrato in figura 7 è adatto per i ricevitori radio con circuito supereterodina, ma bene si adegua al circuito accordato del progetto di figura 1. Questo componente è caratterizzato dalla presenza di tre terminali, uno dei quali, situato in posizione centrale, va collegato a massa, perché internamente rimane elettricamente connesso con le lamine mobili delle due sezioni capacitive e con il perno di comando. Le due sezioni assumono le denominazioni di oscillatore (OSC.) ed antenna (ANT.). Ognuna di queste è raggiungibile tramite un terminale, sul quale si effettua la saldatura a stagno. Ma nel nostro caso, come del resto è ben evidenziato nello schema di figura 1, le due sezioni debbono essere unite assieme, con lo scopo di realizzare un condensatore unico, con una sola sezione fissa ed una mobile. Il collegamento, fa-

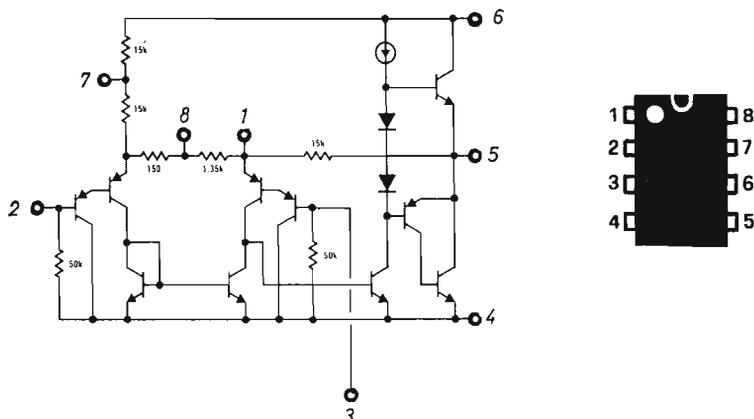



Fig. 8 - Sulla sinistra è pubblicato lo schema teorico dell'integrato LM 386 che pilota lo stadio amplificatore di bassa frequenza del ricevitore radio. Sulla destra si nota il componente nella sua veste reale, visto di sopra, con gli elementi guida che consentono l'individuazione degli otto piedini.

cendo uso del circuito stampato, è già previsto dalla presenza di un corrispondente tratto di pista di rame, che esime l'operatore da qualsiasi operazione di connessioni esterne sul componente.
Nell'apposito elenco, è stato prescritto per IC1 il modello a otto piedini LM 386. Il quale va innestato su apposito zoccoletto, in precedenza inserito sul circuito stampato, i cui terminali sono stati accuratamente saldati a stagno, sulle corrispondenti piste di rame, per mezzo di un saldatore dotato di punta molto sottile.
Il transistor MF1 che, come è stato detto, appartiene alla schiera dei MOSFET e per il quale è stato scelto il modello BF 960, si presenta, nella sua parte superiore, secondo l'espressione riportata a sinistra di figura 6, con quattro terminali disposti su uno stesso piano e a croce latina, in contrapposizione l'uno con l'altro. Gli elettrodi g1 - g2 - s (gate 1 - gate 2 - source) hanno la stessa lunghezza, quella di drain (d) è il più lungo fra i quattro e si trova da quella parte del componente in cui, a volte, è rilevabile una piccola smussatura o una zona diversamente colorata.
Prima dell'inserimento di MF1 sul modulo elettronico, i piedini di questo vanno ripiegati verso il basso nel modo segnalato a destra di figura 6, allo scopo di agevolare il passaggio dei terminali attraverso i corrispondenti fori del circuito stampato.

COLLAUDO DEL RICEVITORE

A montaggio ultimato del modulo elettronico, prima di procedere con il collaudo del ricevitore, si deve inserire sul terminale A uno spezzone di filo conduttore, di lunghezza non inferiore ad un metro. Sul terminale T, invece, occorre applicare un conduttore di rame proveniente da un rubinetto dell'acqua. Questo collegamento di terra è superfluo se, in sostituzione delle pile di alimentazione, si utilizza un alimentatore da rete. Si regola poi al massimo il controllo di volume sonoro con il trimmer R5, che deve essere dotato di una rotellina di comando manuale e si ruota lentamente il perno del condensatore variabile C2 per sintonizzare il radioricevitore su una emittente locale ad onda media, ovviamente quella di maggior potenza e già nota all'operatore.
Constatato il buon funzionamento dell'apparecchio, se la ricezione è molto debole, occorre provvedere all'installazione di una buona antenna, perché principalmente da questa dipendono i migliori risultati del progetto.
Il compensatore C1 va regolato di volta in volta

con il modello di antenna utilizzata, che può essere concepita con un semplice spezzone di filo, con un conduttore teso lungo le pareti di una stanza o con una lunga trecciola di rame sistemata in posizione orizzontale, fra due paletti isolanti di sostegno, sulla parte più alta del tetto della casa in cui si opera.
La regolazione del compensatore C1 si esegue tramite piccolo cacciavite e in modo da raggiungere la migliore selettività del radioricevitore, che è la prerogativa di un apparecchio di separare nettamente una emittente radiofonica da altra molto vicina e in grado di sovrapporsi alla prima con grave danno all'intellegibilità dell'audio.

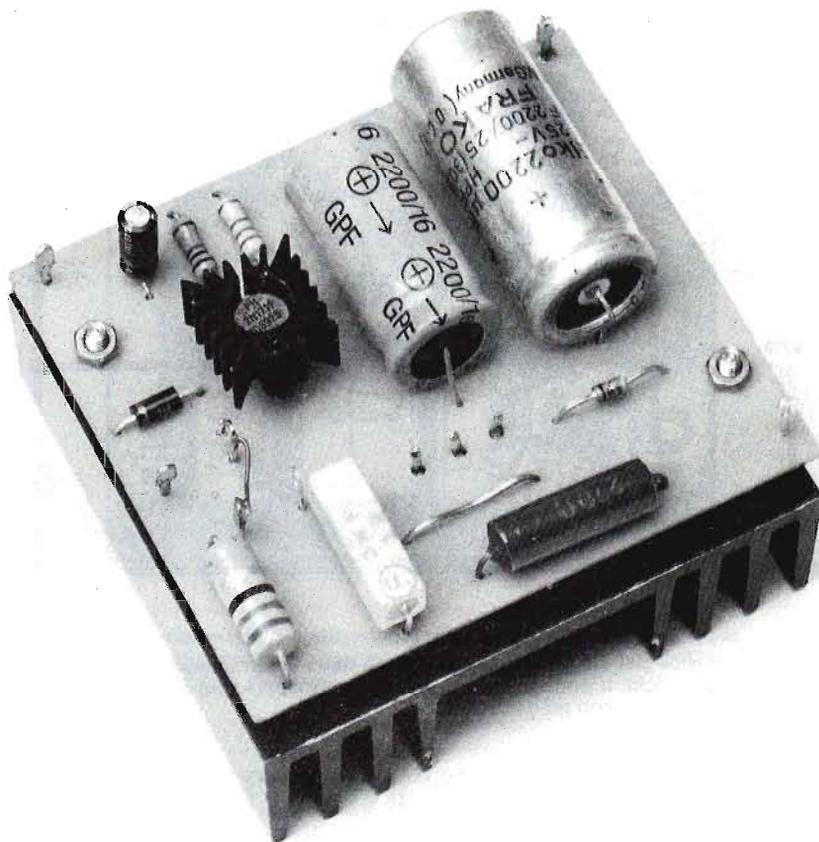
Facendo funzionare il ricevitore al massimo volume, può accadere che la riproduzione audio appaia alterata da fenomeni distorsivi di bassa frequenza. Un tale inconveniente va attribuito ad un sovraccarico dell'integrato IC1 provocato da segnali radio eccessivamente elevati applicati al circuito d'entrata. Per eliminarlo è sufficiente abbassare il volume sonoro con il trimmer R5.
Concludiamo ricordando che l'alimentazione del ricevitore può assumere valori di tensione compresi fra 4,5 V e 13,5 V, con risultati finali ovviamente diversi, che il lettore potrà ampiamente sperimentare. Anche se quello da noi consigliato rimane il valore di 9 V, derivato da una o più pile collegate fra loro.

DISPOSITIVO DI PROTEZIONE DA SOVRACCARICHI

Stabilizza e filtra le sorgenti di tensioni continue a basso voltaggio.

Non è un comune fusibile elettronico.

Regola automaticamente, su valori non distruttivi, gli assorbimenti di potenza.

Questo apparato, da collegare all'uscita di ogni alimentatore in continua e a bassa tensione, protegge i carichi elettronici ed elettrici da ogni eventuale e pericoloso sovraccarico.

Coloro che si occupano di modellismo, gli appassionati della banda cittadina, molti radioamatori e, più in generale, tutti i dilettanti di elettronica che si servono di alimentatori economici, con uscita a bassa tensione continua, di valore compreso fra i 6 Vcc e i 24 Vcc, possono individuare, in questo dispositivo, un valido accessorio, da interporre, fra alimentatore e carico utilizzato, onde proteggere quest'ultimo da eventuali e pericolosi sovraccarichi, che possono sempre insorgere in occasione di guasti o cortocircuiti nelle apparecchiature elettriche, elettroniche ed elettromeccaniche.
Ovviamente, avendo considerato che il progetto qui proposto ai lettori va abbinato con quegli alimentatori che sono sprovvisti di elementi protettivi, si è ritenuto opportuno di aggiungere alla sua principale caratteristica già menzionata, anche quelle di stabilizzatore, di filtro e di regolatore della tensione d'uscita nella misura desiderata. Dunque, anche quando non svolge la sua primaria funzione di protettore contro gli eccessi di potenze assorbite, questo dispositivo assume compiti di notevole importanza elettrica, che lo distinguono nettamente dal semplice fusibile elettronico. Gli ulteriori elementi, poi, che possono esaltare le qualità positive del semplice circuito protettore vanno individuate nella sua facilità costruttiva, nell'immediata assimilazione del funzionamento e nella disponibilità di adattarsi a molte e particolari soluzioni pratiche.
Prima di iniziare l'esame del progetto pubblicato in figura 1, vogliamo appena ricordare ai principianti che cosa si intende per sovraccarico e lo facciamo attraverso un esempio. Supponiamo, quindi, di disporre di un alimentatore in grado di erogare la tensione continua di 12 Vcc, con una corrente massima di 3 A. A questa sorgente colleghiamo un carico, ovvero un apparato elettrico che assorbe la corrente di 0,5 A. Ebbene, se nei circuiti del carico, a causa di un

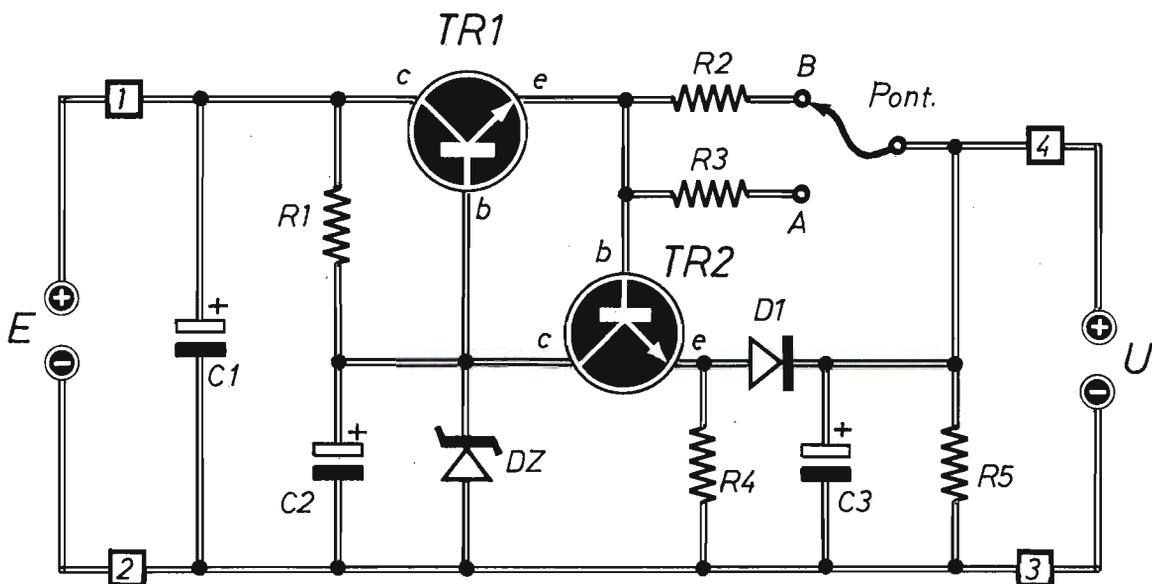



Fig. 1 - Circuito teorico del dispositivo di protezione delle apparecchiature elettriche ed elettroniche dai sovraccarichi. Il ponticello, che inserisce a piacere una delle due resistenze R2 o R3, può essere sostituito con un deviatore.

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 2.200 µF - 36 Vl (elettrolitico) (vedi testo)
C2 = 2.200 µF - 16 Vl (elettrolitico) (vedi testo)
C3 = 22 µF - 36 Vl (elettrolitico)

Resistenze

R1 = 330 ohm - 3 W
R2 = vedi tabella
R3 = vedi tabella
R4 = 2.700 ohm - 1/4 W
R5 = 1.000 ohm - 1/4 W

Varie

TR1 = TIP 3055
TR2 = 2N1711
DZ = diodo zener (15 V - 5 W)
D1 = diodo al silicio (1N4004)

guasto improvviso, l'assorbimento di corrente si raddoppia, elevandosi ad 1 A, si verifica un fenomeno di sovraccarico, che può arrecare gravi danni all'alimentatore e all'apparecchio alimentato.
Un guaio analogo può capitare nei motori elettrici, quando vengono sottoposti a sforzi eccessivi, con conseguenti surriscaldamenti ed esagerati assorbimenti di correnti. Tutto ciò, peraltro, può essere evitato, se fra l'alimentatore ed il carico si interpone il nostro circuito protettore.

PROGETTO DEL DISPOSITIVO

Nell'elenco componenti, relativo al circuito di figura 1, non tutti gli elementi sono qualificati con precisi valori elettrici, semplicemente perché il progetto, come avremo modo di asserire più avanti, vanta la possibilità di regolare l'intensità massima della corrente assorbita caso per caso, a seconda delle necessità dell'operatore o, meglio, di chi si accinge a montare l'apparecchio. E tale caratteristica diviene fondamen-

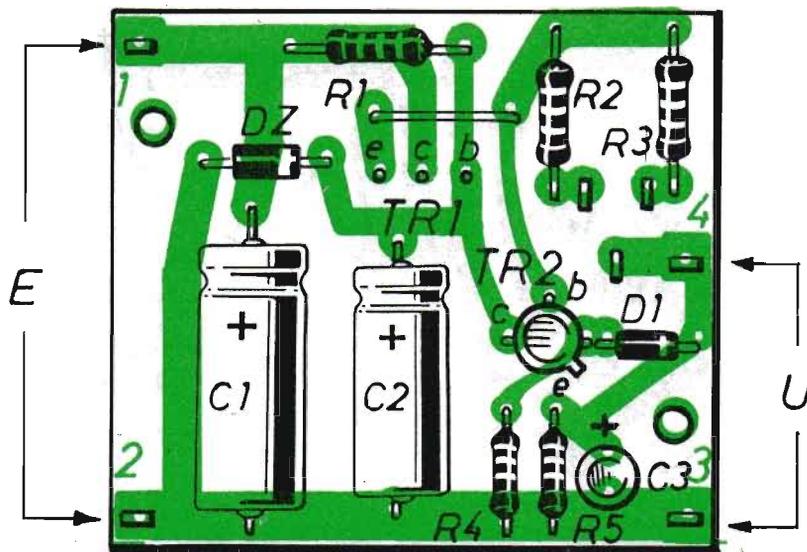



Fig. 2 - Realizzazione del modulo elettronico dell'apparato descritto nel testo. Il transistor TR1 è montato su apposito dissipatore termico di grosse dimensioni, per TR2 invece è sufficiente un piccolo dispersore a raggiera.

tale durante prove sperimentali prolungate e nei sistemi di alimentazioni non tenute sotto controllo continuo. Perché i guasti, che nei piccoli circuiti non di potenza si manifestano attraverso considerevoli assorbimenti di corrente, possono provocare surriscaldamenti eccessivi delle parti ed innescare incendi. Mentre in occasione di avarìe circuitali, se la corrente viene limitata ad una ragionevole grandezza, la tensione scende fino a valori nulli, come accade in presenza di un cortocircuito netto. Se poi la corrente è mantenuta costante, come nel caso di intervento del progetto di figura 1, anche la potenza erogata scende con l'abbassarsi della tensione, giacché questa è stabilita dalla formula:

W = V x A

ovvero

Watt = Volt x Ampere

E poiché, per surriscaldare un apparato, occorre immettere in questo una certa potenza elettrica, si può qui concludere affermando che il nostro dispositivo, riducendo sempre più la potenza con l'aumentare dei guasti verificatisi nel carico, scongiura pure il pericolo di incendi.
Si tenga comunque ben presente che la potenza, cui si è fatto riferimento, è quella erogata dal circuito di figura 1 e non la potenza prelevata dall'alimentatore, che tende a rimanere costante e che, in occasione di sovraccarichi, viene assorbita e dissipata dal nostro circuito di protezione di figura 1 che, per svolgere questa funzione, è stato dotato di un grosso dissipatore di calore, il quale obbliga la sistemazione del dispositivo in posti ben ventilati, possibilmente aiutando il processo di raffreddamento tramite un piccolo ventilatore.
Giunto a questo punto, il lettore avrà certamente compreso che il comune fusibile elettronico in sostituzione del circuito di figura 1, avrebbe certamente interrotto l'assorbimento eccessivo di corrente, ma avrebbe pure impedito tutte quelle prove di laboratorio che necessitano la continuità dell'indagine, con opportuno, immediato ed automatico adattamento della tensione, che permette la prosecuzione degli esperi-

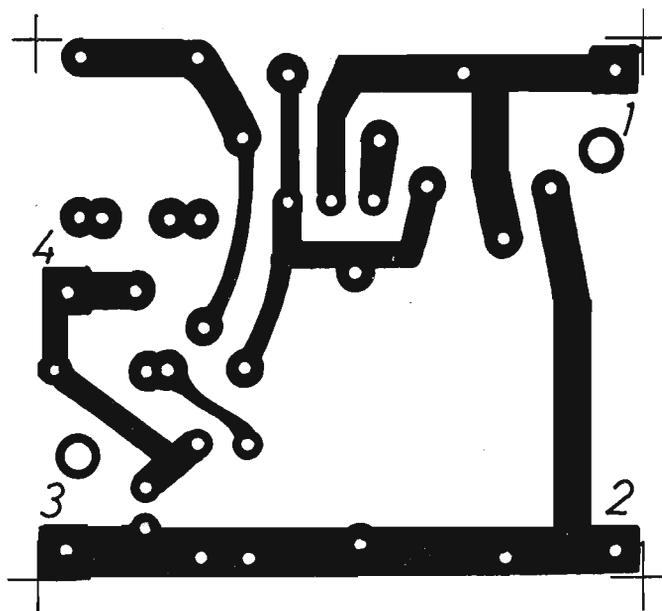



Fig. 3 - Disegno in grandezza reale del circuito stampato, da riportare su una basetta supporto delle dimensioni di 8,1 cm x 7 cm.

menti, nonché le operazioni di messa a punto, taratura e riparazione di molti circuiti.
Anche negli impieghi audio e in quelli similari, il dispositivo di protezione sopporta ottimamente i rapidi e momentanei sovraccarichi, proseguendo poi ad alimentare normalmente il circuito di potenza, mentre con il fusibile elettronico è sufficiente un brevissimo sovraccarico per spegnere l'apparato. Negli impianti elettrici dei veicoli con motore a scoppio, inoltre, il circuito di figura 1 può svolgere l'importante funzione protettiva contro i disturbi dei campi elettromagnetici.

ESAME CIRCUITALE

Concettualmente, il progetto di figura 1 può essere suddiviso in due sezioni distinte, quella pilotata dal transistor TR1, che svolge la funzione di filtraggio e di controllo della potenza elettrica, stabilizzata tramite il diodo zener DZ, e quella che funge da valvola di controllo di eventuali sovraccarichi ed è presieduta dal transistor TR2.
Il condensatore elettrolitico C1, per il quale nell'elenco componenti è stato prescritto il valore capacitivo di 2.200 µF - 36 Vl, deve essere inserito nel circuito soltanto se, a monte, vale a dire all'uscita dell'alimentatore cui il dispositivo protettore di figura 1 verrà accoppiato, non è presente. Altrimenti, per C1 è sufficiente un condensatore elettrolitico da 100 µF, con tensione di lavoro analoga a quella inserita sui terminali d'entrata E. Per esempio, se la tensione assume il valore di 18 Vcc, la Vl di C1 potrà essere di 24 Vl.
Proseguiamo ora con l'analisi circuitale del progetto di figura 1 e supponiamo che all'entrata E di questo, venga introdotta la tensione continua di 18 Vcc. La quale, dopo aver subito un primo intervento di filtraggio ad opera del condensatore elettrolitico che, come è stato detto, può essere rappresentato da un modello da 2.200 µF o da 100 µF, raggiunge, attraverso la resistenza R1, la base del transistor TR1, che è di

tipo NPN, modello TIP 3055.
Sulla base di TR1 è inserito un diodo zener (DZ), per il quale è stato suggerito il valore di 15 V - 5 W ma che, a seconda delle tensioni d'entrata e di uscita E - U del dispositivo di protezione, può assumere valori diversi, come segnalato nell'apposita tabella. Conseguentemente, anche la tensione di lavoro del condensatore elettrolitico C2 deve cambiare, nel senso che deve prendere un valore superiore a quello della tensione di zener.
Il diodo zener DZ stabilizza la tensione, mantenendola costante e consentendo soltanto una lieve fluttuazione, se il carico previsto rispetta i limiti prestabiliti.
Il condensatore elettrolitico C2, sul quale ci siamo prima intrattenuti, serve a filtrare ulteriormente la tensione di entrata.

Fig. 4 - Coloro che non riuscissero ad acquistare il diodo zener da 11 V, perché irreperibile in commercio, potranno ugualmente comporre questo elemento, collegando, in serie tra loro, due diodi zener da 5 V e 6 V, rispettivamente.

VALORI ATTRIBUIBILI A DZ

Vusc.	Ventr.	Vzener
5	9	7
6	11	8
9	15	11
12	17	14
13,5	18	15,5
24	29	26

VALORI OHMMICI DI R2 - R3

R2 - R3	Imax. usc. (ampere)
56 ohm - 1 W	0,025
22 ohm - 1 W	0,064
10 ohm - 1 W	0,14
5,6 ohm - 2 W	0,25
2,2 ohm - 2 W	0,64
1 ohm - 5 W	1,14
0,56 ohm - 5 W	2,5
0,22 ohm - 10 W	6,4
N.B. - Le potenze elettriche sono state volutamente maggiorate per ragioni di sicurezza.	

La corrente d'uscita del dispositivo, quella destinata ad alimentare il carico collegato, viene prelevata dall'emittore del transistor TR1 tramite una delle due resistenze R2 - R3, inseribili con un ponticello o un comune deviatore.
Le due resistenze R2 - R3, i cui valori ohmmici possono essere scelti, in relazione con la corrente massima uscente dal circuito di protezione, consentono all'operatore di disporre di due diverse portate, da utilizzare, di volta in volta, a seconda degli impieghi del dispositivo. La cernita dei valori da attribuire ad R2 - R3 va eseguita in modo da assegnare ad R2 una grandezza maggiore e ad R3 una minore, deducendole dall'apposita tabella.
La prima consente una minore tensione in uscita, la seconda favorisce un aumento di tensione.
I valori resistivi elencati nell'apposita tabella sono stati calcolati applicando la formula:

Imax. usc. = 1,4 : R

nella quale con R si valuta la resistenza ohmmica di R2 o R3. Pertanto, il lettore, servendosi della formula citata potrà individuare molti altri valori ohmmici, onde realizzare quelle applicazioni particolari non contemplate nelle tabelle pubblicate.
Esaurita a questo punto l'analisi della prima sezione del circuito di figura 1, passiamo ora all'esame della seconda sezione che, come è stato detto, funge da valvola di controllo del transistor TR1.

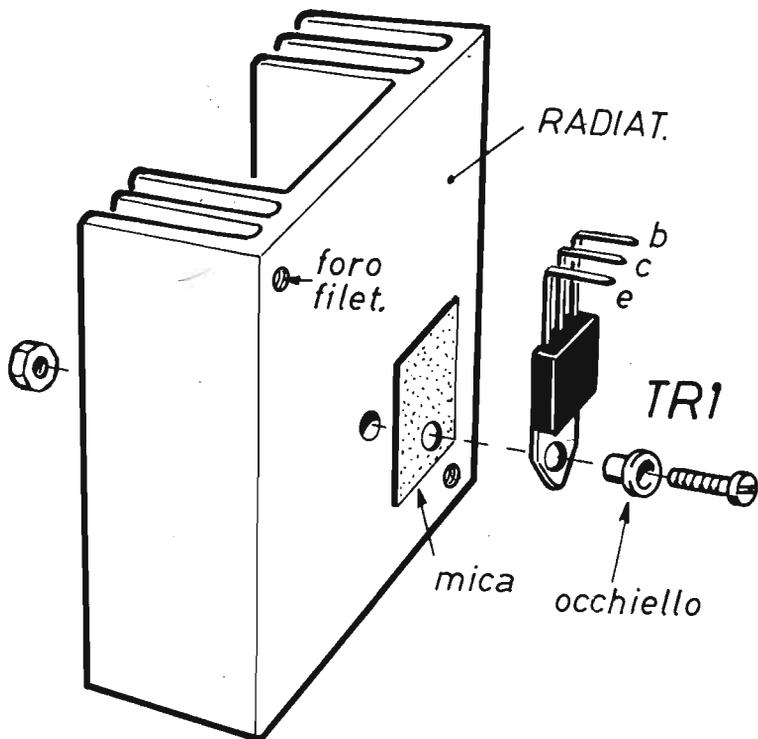



Fig. 5 - Disegno interpretativo del montaggio del transistor TR1 su dissipatore termico di elevate dimensioni.

Quando la corrente assorbita all'uscita U supera per intensità le grandezze previste, ovvero quando nel carico insorge una condizione anomala, tale da richiedere un sovraccarico, sui terminali della resistenza collegata in serie con l'uscita, che può essere la R2 o la R3, viene a formarsi una differenza di potenziale, cioè una caduta di tensione superiore a 1,4 V, che rende la base di TR2 più positiva dell'emittore e che mette in conduzione il transistor che, ricordiamo,. è di tipo NPN e che, come è risaputo, per "accendersi", cioè per divenire conduttore, deve essere polarizzato con una tensione di base più positiva rispetto a quella di emittore.
Ma l'entrata in conduzione del transistor TR2 provoca una diminuzione della tensione di polarizzazione di base del transistor TR1 che, conseguentemente, abbassa la tensione sui terminali d'uscita U del circuito protettore. Per disporre di una maggior tensione in uscita, allora, occorre diminuire la resistenza ohmmica di R2, deviando il collegamento su R3, ossia, commutando il punto B con il punto A. Si tenga presente, in ogni caso, che non intervenendo la protezione ora descritta, la Vusc. è sempre pari alla Vzener diminuita di 2,1 V circa. Perché nel circuito di figura 1 sono presenti tre giunzioni di semiconduttore al silicio, con differenze di potenziale di 0,7 V ciascuna e che sono ravvisabili nel diodo D1 e nelle due giunzioni base-emittore di TR1 e TR2. Si ottiene quindi:

$$0,7 \times 3 = 2,1 \text{ V}$$

Tuttavia questo valore, a seconda delle correnti di lavoro, può variare entro i limiti di 1,7 V e 2,8 V. Per tale motivo, dunque, considerando le tensioni in gioco, abbiamo elencato, nell'apposi-

ta tabella, i voltaggi dei diodi zener da utilizzare per DZ, in corrispondenza con le due tensioni di entrata e di uscita del dispositivo in esame. Per questi diodi, invece, non sono state segnalate le potenze, che debbono essere di 3 W per correnti in uscita fino ad 1 A e di 5 W per quelle superiori all'ampere.
Coloro che in commercio non riuscissero a reperire lo zener da 11 V, potranno ugualmente raggiungere questa grandezza collegando, in serie tra loro, due diodi zener, uno da 5 V e l'altro da 6 V, come indicato in figura 4.

MONTAGGIO DEL DISPOSITIVO

Il montaggio del dispositivo di protezione da sovraccarichi si esegue nel modo segnalato in figura 2 e dopo aver osservato la foto riprodotta all'inizio del presente articolo. In ogni caso, la prima operazione pratica, che il lettore dovrà eseguire, consiste nell'approntare il circuito stampato, il cui disegno in grandezza reale è pubblicato in figura 3.
La basetta supporto, su una delle cui facce è riportato il circuito stampato, è ovviamente di materiale isolante, bachelite o vetronite, indifferentemente, ma di forma rettangolare, delle dimensioni di 8,1 cm x 7 cm.
Particolare rilievo dobbiamo attribuire al montaggio del transistor TR1 sul potente e voluminoso radiatore, le cui dimensioni, per quanto riguarda larghezza e profondità sono pari a quelle della basetta supporto, mentre in altezza misura 2,5 cm circa.
L'applicazione di TR1 deve rappresentare l'ultima operazione di montaggio del dispositivo e va eseguita nel modo interpretato in figura 5. Ossia, i piedini di TR1 vanno ripiegati ad angolo retto (90°) ed infilati e saldati a stagno, con le loro estremità, nei tre fori del circuito stampato. Quindi si avvicina la basetta supporto al radiatore e si segnano, su questo, i punti in cui si praticheranno successivamente i tre fori, due relativi alle viti di fissaggio, con distanziali, per tenere unite le due parti, basetta e radiatore, il terzo per il montaggio del transistor TR1 sul radiatore.
I due distanziali, che mantengono separati tra loro il modulo ed il radiatore, potranno assumere la misura di mezzo centimetro.
Tra il corpo del semiconduttore e la superficie metallica del radiatore, si interpone un foglietto di mica isolante, possibilmente dopo aver asper-

Fig. 6 - Progetto di alimentatore idoneo all'accoppiamento con l'entrata dell'apparato di protezione da sovraccarichi. Il trasformatore T1 e la resistenza R1 vanno calcolati in relazione con le grandezze elettriche in gioco nel circuito, come ampiamente spiegato nel testo.

COMPONENTI

C1 = 47.000 pF (ceramico)
C2 = 47.000 pF (ceramico)
C3 = 47.000 pF (ceramico)
R1 = 1.000 ÷ 3.300 ohm (vedi testo) - 1/4 W
DL = diodo led (qualsiasi mod.)
T1 = trasf. (vedi testo)
S1 = interrutt.
P1 = ponte raddrizz. (80V - 1 ÷ 5A)

so la parte interessata con del grasso di silicone. Una volta praticati tutti i fori sulla superficie liscia del radiatore e dopo aver incollato col silicone la mica, si fissa il transistor TR1, utilizzando vite e dado, possibilmente di plastica, ma interponendo un passante (occhiello) sicuramente di materiale isolante, perché l'aletta metallica del semiconduttore si trova in contatto elettrico con l'elettrodo di collettore.
L'importanza dell'impiego del grosso dissipatore di calore è da attribuirsi alla necessità da parte del transistor TR1, di dissipare la potenza non erogata in caso di sovraccarico. E a tal proposito facciamo presente che, pur avendo approntato un sistema di raffreddamento ad aria forzata, non si deve mai superare la potenza di una cinquantina di watt durante l'uso prolungato del dispositivo di protezione.
Coloro che, allo scopo di perfezionare l'apparecchio, volessero eseguire un test termico, dovranno cortocircuitare l'uscita, dopo aver programmato il necessario assorbimento di corrente, e controllare poi la temperatura della custodia di TR1 con un termometro a rapida indicazione, per assicurarsi che questa non superi i 100° C.
Per impieghi dell'apparato su autoveicoli o natanti, può rendersi necessario, all'entrata del circuito, l'impiego di un filtro LC, del tipo di quelli per autoradio, attualmente presenti in commercio, onde minimizzare i disturbi. Ma conviene pure montare un fusibile e collegare

un condensatore ceramico, da 100.000 pF, in parallelo con il diodo zener. Identico condensatore può anche essere connesso in parallelo con l'uscita.

ALIMENTATORE

A beneficio di coloro che non disponessero dell'alimentatore, da accoppiare con il dispositivo di protezione dai sovraccarichi, pubblichiamo, in figura 6, lo schema di un alimentatore da rete idoneo all'abbinamento con il progetto di figura 1.
La tensione alternata di 220 Vca viene ridotta, nella misura desiderata sul secondario S del trasformatore T1, la cui potenza deve essere calcolata moltiplicando il valore della tensione alternata ridotta per la corrente necessaria. Per esempio, con una tensione su S di 13 V ed una corrente di 2 A, la potenza di T1 vale 13 V x 2 A = 26 VA circa. Questo valore va poi aumentato di un 30% ÷ 40%, sia per tener conto del rendimento del trasformatore, sia in riferimento al fattore di potenza.

Il valore ohmmico della resistenza R1 va dedotto in corrispondenza con le diverse tensioni d'uscita, dall'apposita tabella.

TABELLA DEI VALORI DI R1 (Fig. 6)

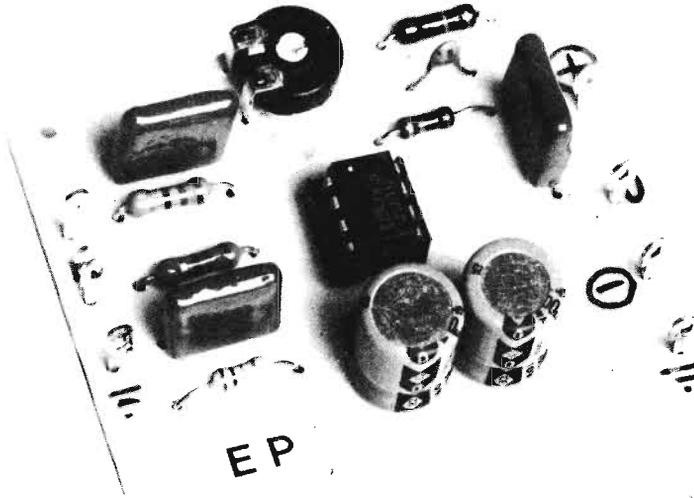
Vusc.	Ohm
10	1.000
15	1.500
18	1.800
24	2.400
30	3.300

TABELLA DELLE TENSIONI VS E VU (Fig. 6)

VS	VU
8	9
10	11
13	15
14	17
15	18
22	29

PREAMPLIFICATORE SIMMETRICO

Nel settore della riproduzione audio, il problema dei disturbi e delle interferenze insorge ogni qual volta si debbono amplificare, in misura notevole, i segnali di bassa frequenza e di minimo livello. Ma, in particolar modo, quando non si possono evitare i lunghi collegamenti, tra sorgente sonora ed entrata dell'amplificatore, sia pure tramite cavo schermato. Infatti, è veramente difficile rendere immune da rumori estranei un altoparlante quando, ad un amplificatore di potenza, certamente in grado di elevare il segnale di origine di parecchie decine di migliaia di volte, si collega un microfono che fornisce segnali di alcune frazioni di millivolt soltanto. E lo è ancor di più se il collegamento, fra i due elementi, raggiunge misure non comu-

L'efficacia del dispositivo, qui presentato, emerge, in tutta la sua completezza, nei processi di amplificazione dei segnali più deboli di bassa frequenza, perché elimina molte rumorosità e talvolta, riduce l'intensità del ronzio di rete.

Possibilità di lunghi collegamenti tra sorgenti audio e amplificatori BF.

Eliminazione dei rumori di fondo.

Perfezionate l'impiego dei vostri microfoni.

ni. L'apparato presentato in questa sede, dunque, si propone di risolvere largamente, anche se non del tutto, l'inconveniente della riproduzione, attraverso i normali trasduttori acustici, dei due tipi di rumori più noti, quelli cosiddetti di "modo comune" e gli altri denominati di "modo differenziale", sulla cui natura avremo occasione di soffermarci nel corso dell'articolo. Per ora, invece, possiamo assicurare il lettore che questo progetto, realizzato e positivamente collaudato dai nostri tecnici e che abbiamo qualificato come un preamplificatore simmetrico, per il suo comportamento circuitale, è nato per ottimizzare l'impiego dei microfoni nei vari sistemi di amplificazione a bassa frequenza, particolarmente in quelli ad alta fedeltà. Anche se l'apparato in oggetto può essere adibito ad altre applicazioni, peraltro relative ai segnali audio.

DUE TIPI DI DISTURBI

Come è già stato annunciato, nell'ambito dell'amplificazione BF, si è chiamati spesso a combattere due specie di disturbi, quelli di modo

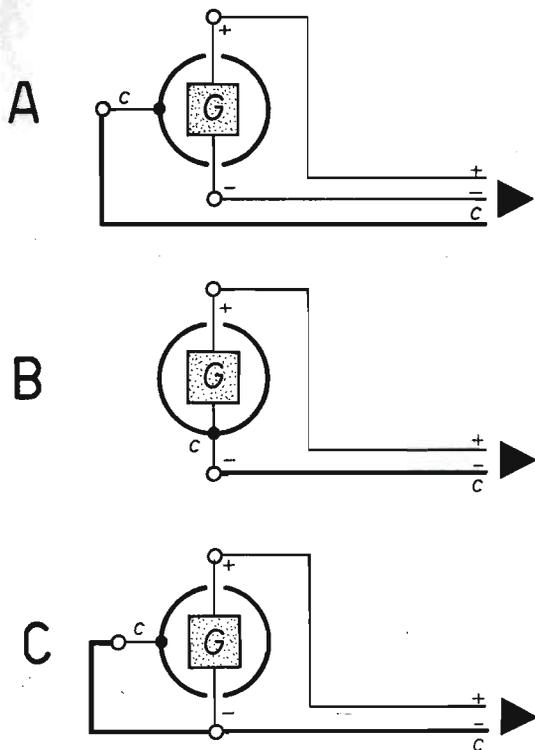



Fig. 1 - Schemi elettrici indicativi dei tre tipi di microfoni più comuni attualmente in uso. Il trasduttore acustico, che è un generatore di segnali elettrici è qui segnalato con la lettera G. Gli schemi in A e in B interpretano i sistemi di collegamento degli elettrodi di un modello professionale e di un altro più economico. Quello riportato in C è il meno noto fra i tre.

comune e i differenziali. Ma vediamo subito di che cosa si tratta.
Di solito, il collegamento, fra microfono ed amplificatore, si effettua con due fili conduttori, entrambi attivi, anche se nella pratica comune, come avremo modo di dire, i conduttori possono risultare in numero maggiore. Ora, se la sorgente di disturbo, è collocata esternamente ai conduttori e alle apparecchiature, questa può indurre, sui due fili di collegamento, lo stesso segnale di disturbo, chiaramente per intervento del fenomeno dell'induzione elettromagnetica. E ciò si verifica tanto più sensibilmente, quanto più vicini o strettamente legati tra loro sono i conduttori; per spiegarci meglio come il doppino telefonico. Il fenomeno poi si accentua maggiormente quando le estremità, sia dal lato microfono, come da quello dell'amplificatore, coinvolgono circuiti identici, ovvero simmetrici che, rispetto a massa, presentano la medesima impedenza, vuoi per il conduttore "caldo", vuoi per quello "freddo". Ebbene, esattamente questi disturbi vengono chiamati "di modo comune". Ma esistono altri esempi di disturbi, che si introducono in modo diverso sui due conduttori, soprattutto se questi sono asimmetrici, come è il caso del cavo schermato, con calza metallica esterna e conduttore interno. Oppure quando i conduttori sono lontani e racchiudono un certo spazio; o nel caso in cui i circuiti dei due conduttori sono diversi e non identici per tutta la gamma di frequenze interessate nella catena audio; infine, quando il disturbo è captato dal generatore. Ebbene, questi esempi di disturbi prendono il nome di "disturbi di modo differenziale" e sono difficili da eliminare, talvolta pure con l'ausilio di speciali filtri o complicate elaborazioni del segnale. Anche se la soluzione migliore consiste quasi sempre nell'evitare l'insorgere dei disturbi con l'uso di collegamenti in doppino, con uno schermo elettrico esterno, od anche due, non utilizzato per il segnale.

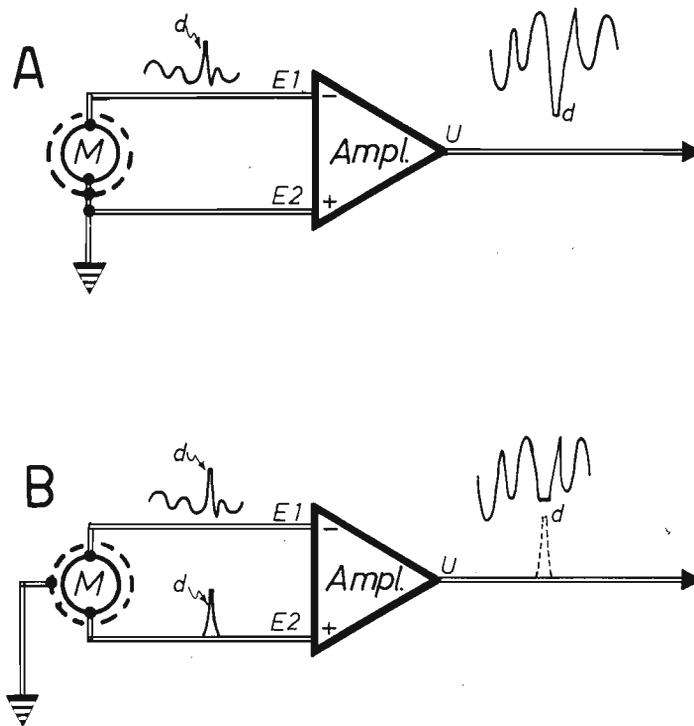



Fig. 2 - Il sistema semplificato di amplificazione dei segnali di bassa frequenza, provenienti da un microfono M, riportato in A, è quello tradizionale, nel quale vengono pure amplificati i disturbi di modo comune. Con il circuito presentato in B, tutti i disturbi di origine esterna scompaiono.

Attualmente, sono abbastanza diffuse in commercio e, soprattutto, utilizzate nei settori professionali, delle sorgenti, con uscita simmetrica rispetto alla massa, predisposte per tali collegamenti. Unitamente, sono messi in vendita cavi con due fili attorcigliati e schermo esterno. Ma non sempre, purtroppo, gli apparati amplificatori, come ad esempio gli hi-fi, sono dotati di ingressi simmetrici rispetto alla massa e certamente insensibili ai segnali di "modo comune", ovvero identici sui due fili conduttori di segnale.

IL MICROFONO

Il microfono, ovvero uno dei più noti trasduttori acustici, è un generatore di segnali elettrici di bassa frequenza che debbono essere amplificati notevolmente. Più precisamente, il microfono trasforma l'energia meccanica in quella elettrica, ossia il suono in segnali elettrici.
In figura 1, questo elemento è contrassegnato nei tre schemi con la lettera G (generatore) ed è inserito in un cerchietto, rappresentativo, nella realtà, dell'involucro esterno che racchiude il componente elettronico.
Come accade in tutti i generatori elettrici, anche nel microfono sono presenti due morsetti, identificabili, negli schemi di figura 1, con i segni + e —. Il contenitore è collegato con un terzo filo (C), che va applicato a massa e che è rappresentato dalla calza metallica di un cavo

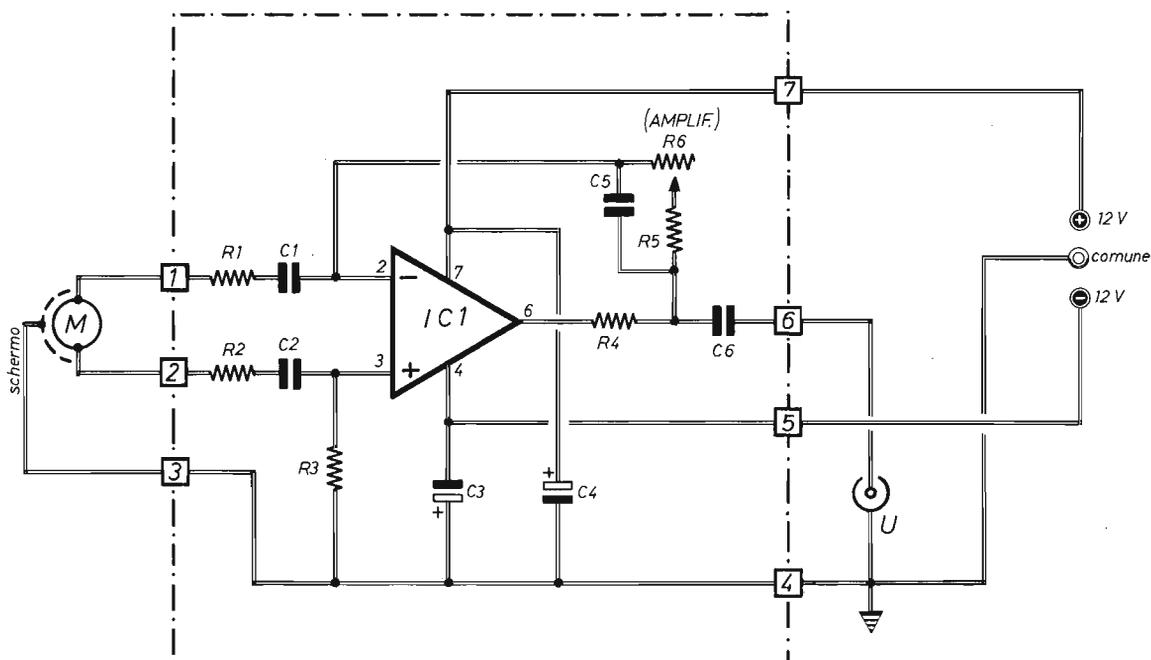



Fig. 3 - Progetto del preamplificatore simmetrico di bassa frequenza in grado di eliminare i disturbi provenienti da sorgenti esterne agli apparati riproduttori. Le linee tratteggiate racchiudono il settore circuitale montato su basetta supporto con circuito stampato, rappresentativa del modulo elettronico dell'apparato.

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 3,3 µF (non polarizz.)
C2 = 3,3 µF (non polarizz.)
C3 = 100 µF - 16 Vl (elettrolitico)
C4 = 100 µF - 16 Vl (elettrolitico)
C5 = 100 pF (ceramico)
C6 = 3,3 µF (non polarizz.)

Resistenze

R1 = 220 ohm - 1/4 W
R2 = 220 ohm - 1/4 W
R3 = 10.000 ohm - 1/4 W
R4 = 100 ohm - 1/4 W
R5 = 10.000 ohm - 1/4 W
R6 = 500.000 ohm - 1/4 W

Varie

M = microfono
IC1 = TL071
ALIM. = 12 Vcc (duale)

schermato contenente, all'interno i due conduttori. Questo cavo vuol proteggere, da eventuali disturbi elettromagnetici di origine ambientale, il segnale che, uscendo dal microfono, raggiunge l'altoparlante. Tutto ciò è schematizzato nel particolare A di figura 1. Il particolare B, invece, interpreta una soluzione circuitale semplificata. Nella quale, un terminale è collegato elettricamente con l'involucro metallico del microfono (C). Un tale sistema, quindi, consente di far uso di un cavo schermato ad un solo conduttore interno e calza metallica esterna.
Può capitare a volte che il reoforo microfonico, contrassegnato con il segno —, sia collegato esternamente al contenitore metallico, come schematizzato nel particolare C di figura 1.
In ogni caso, i modelli più comuni sono quelli interpretati con i circuiti teorici A e B, di cui il primo è da considerarsi di tipo professionale, il secondo, invece, è un componente economico.

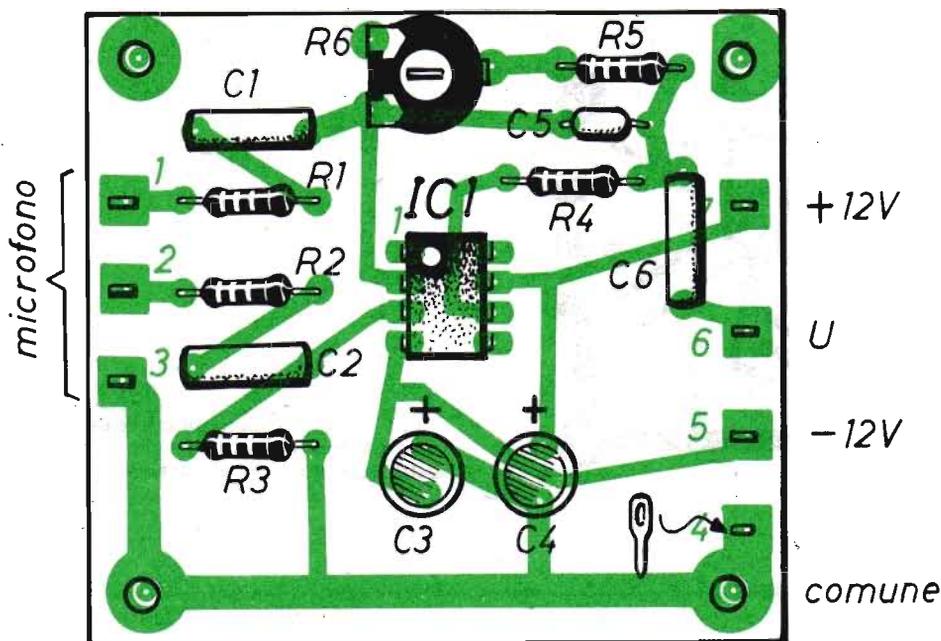



Fig. 4 - Modulo elettronico del preamplificatore simmetrico di bassa frequenza che, a montaggio ultimato, deve essere racchiuso in adatto contenitore con funzioni di schermo elettromagnetico.

Ultimata, a questo punto, l'interpretazione teorico-pratica degli elettrodi presenti nei microfoni, quelli sui quali si realizzano i collegamenti dei fili conduttori, vediamo ora come sia possibile comporre un dispositivo preamplificatore, da inserire tra l'uscita del trasduttore acustico e l'entrata dell'amplificatore di potenza di bassa frequenza, con lo scopo di evitare l'ingresso e la riproduzione dei due tipi di disturbi prima descritti.

COMPORTAMENTO DELL'OPERAZIONALE

Per analizzare il funzionamento del progetto del preamplificatore simmetrico di bassa frequenza, pubblicato in figura 3, occorre dapprima esaminare i circuiti teorici di figura 2. Nella quale, lo schema A si riferisce all'impiego di un microfono di tipo normale, mentre lo schema B interpreta un'applicazione pratica di microfono simmetrico, vale a dire a tre conduttori.
Cominciamo con l'esame dello schema A di figura 2. In questo, i due elettrodi del microfono M sono collegati con le due entrate E1 ed E2, cioè invertente e non invertente, di un amplificatore operazionale. il terzo terminale viene unito al secondo ed entrambi inviati a massa. Pertanto anche l'entrata non invertente E2 rimane connessa con la massa.
Supponiamo ora che, sul segnale di origine, uscente dal microfono M si inserisca il segnale disturbo "d". Ebbene, sull'uscita U dell'operazionale riappaiono entrambi questi segnali, amplificati ed invertiti nelle loro fasi, ossia rovesciati rispetto a quelli applicati all'entrata E1— (invertente). E ciò è quanto accade negli amplificatori di bassa frequenza di tipo tradizionale.
Vediamo adesso che cosa succede nello schema B di figura 2. Dove il microfono utilizzato M è un modello simmetrico a tre elettrodi, cioè con

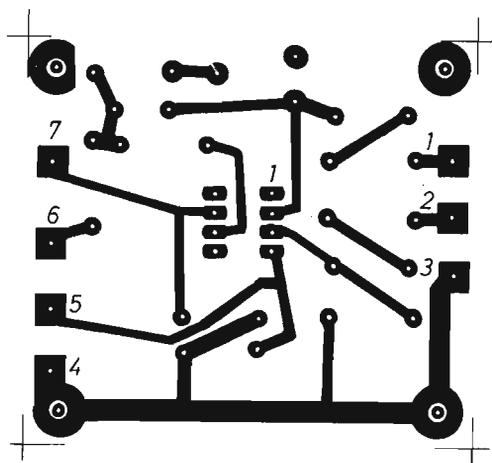



Fig. 5 - Disegno in grandezza reale del circuito stampato da riportare su una delle due facce di una basetta supporto delle dimensioni di 6 cm x 5,5 cm.

tre fili uscenti. Orbene, il comportamento del segnale originale rimane lo stesso già considerato nello schema A, ciò che cambia, invece, è la sorte subìta dal segnale disturbo "d". Che questa volta si manifesta nella stessa forma e con la medesima intensità in entrambi i conduttori del microfono simmetrico, per raggiungere, contemporaneamente, le due entrate E1— ed E1+ dell'amplificatore operazionale. Ma l'ingresso E1— è quello invertente dell'operazionale e ciò significa che un segnale positivo ad esso applicato tende a generare in uscita U un segnale negativo, mentre l'ingresso non invertente E2+, in presenza di segnale positivo, tende a produrre in uscita un segnale positivo. Dunque, applicando alle due entrate dell'operazionale lo stesso segnale, questo agisce in senso opposto ed uguale sugli stadi successivi, senza nulla produrre in uscita. Si suole dire pertanto che l'amplificatore presenta una reiezione ai segnali di modo comune. Mentre quelli provenienti dal microfono non subiscono alcuna eliminazione. Ma tutto ciò vale nel campo delle frequenze in cui l'amplificatore operazionale ed i relativi componenti si comportano in modo adeguato, generalmente per tutta la banda a bassa frequenza.
Il sistema ora descritto è pure applicabile ai normali pick-up.

CIRCUITO DEL PREAMPLIFICATORE

L'esame teorico, ora esteso ai microfoni simmetrici ed al comportamento di un amplificatore operazionale, in presenza di disturbi di modo comune, agevola il compito interpretativo del funzionamento del circuito del preamplificatore di bassa frequenza pubblicato in figura 3. Almeno per quanto riguarda la prima parte schematica, quella a sinistra del progetto. Merita invece una breve interpretazione il circuito interno all'operazionale, qui rappresentato dal modello TL071 e riprodotto in figura 7.
Gli ingressi E— ed E+, invertente e non invertente, del circuito dell'integrato pubblicato in figura 7, raggiungono i gates di due transistor ad effetto di campo, che sono caratterizzati da una elevata impedenza e da basso rumore proprio. Questi sono collegati secondo la configurazione dello stadio differenziale, che garantisce un'ottima reiezione dei disturbi di modo comune, grazie anche alla presenza del generatore di corrente che lo alimenta.
L'uscita è impostata su uno "specchio" di corrente che devia tutto il segnale amplificato sullo stadio amplificatore di tensione, visibile sulla destra dello schema e basato su una configurazione di due transistor in Darlington. Tale stadio alimenta i due transistor a simmetria complementare, di tipo PNP ed NPN, presenti in

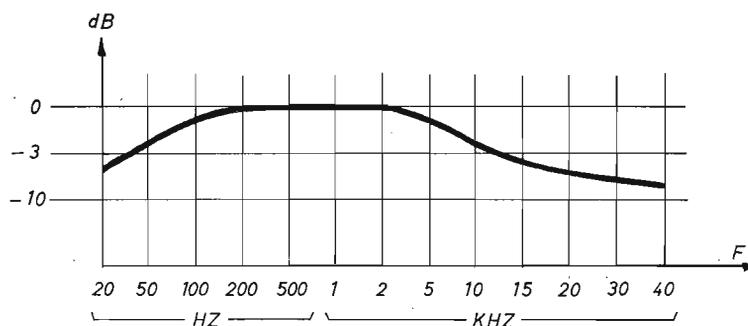



Fig. 6 - Il diagramma, qui riportato, interpreta il comportamento della banda passante che, fra i 30 Hz e i 20 KHz, appare relativamente lineare.

posizione centrale del circuito di figura 7, che alimentano a loro volta l'uscita. Più a destra si notano i circuiti di polarizzazione, che controllano i numerosi transistor, che poi polarizzano i singoli stadi.

In serie con l'uscita è presente il circuito che li-

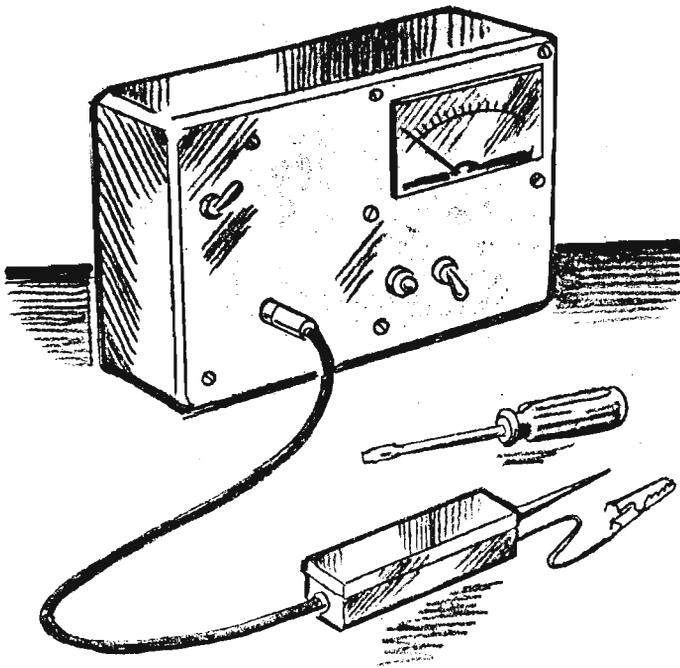
Fig. 7 - Circuito elettrico interno all'integrato operazionale modello TL071.

mita la corrente, onde proteggere l'integrato da eventuali cortocircuiti.
I dati elettrici, esposti dai costruttori negli appositi prontuari, sono i seguenti:

Alim.	=	**18 Vcc max.**
Pot. diss.	=	**680 mW**
Imp. entr.	=	**1012 ohm**
Banda pass.	=	**4 MHz**
Dist. arm.	=	**0,01%**

I valori della banda passante, del progetto del preamplificatore di figura 3, sono individuabili nel diagramma riportato in figura 6. Nella quale si nota come questa, nei limiti di — 3 dB, tra i valori di 30 Hz e 12.000 Hz, appaia relativamente lineare.
Coloro che desiderassero migliorare la banda più bassa, quella intorno ai 20 Hz, dovranno triplicare, elevandolo a 10 µF, il valore capacitivo dei tre condensatori non polarizzati C1 - C2 - C6, per i quali è stata prescritta la capacità di 3,3 µF.
Il trimmer R6 consente di regolare il processo di amplificazione dell'integrato operazionale IC1. Ma se questo dovesse essere sostituito con un potenziometro, si dovrà ricorrere all'uso di un modello adatto per l'applicazione su circuiti stampati.
L'alimentazione del circuito di figura 3 è di tipo duale + 12 Vcc e — 12 Vcc. Questa, ovviamente, deve essere perfettamente filtrata, quindi esente da qualsiasi tipo di disturbo, tenendo conto che l'assorbimento di corrente del progetto si aggira intorno ai pochi milliampere.

MONTAGGIO DEL PREAMPLIFICATORE

La foto riprodotta all'inizio del presente articolo e lo schema pratico del modulo elettronico di figura 4, sono i due principali elementi che il lettore, interessato alla costruzione del preamplificatore simmetrico di bassa frequenza, deve tenere sott'occhio.
Il modulo elettronico, realizzato su circuito stampato, va inserito, a montaggio ultimato, in un adatto contenitore metallico collegato a massa.
Il circuito stampato, il cui disegno in grandezza reale è pubblicato in figura 5, va composto, con uno dei tanti metodi oggi proposti in commercio, su una basetta di materiale isolante, di forma rettangolare, delle dimensioni di 6 cm x 5,5 cm.
Su una delle due facce della basetta supporto del modulo elettronico del preamplificatore, quella opposta alle piste di rame, si inseriscono tutti i componenti elettronici, servendosi, per l'operazionale IC1, di apposito zoccoletto a otto piedini, in modo da evitare le difficili saldature a stagno sui piedini del componente.
Sul terminale 3, che si trova a sinistra dello schema pratico di figura 4, si collega la calza metallica del cavo proveniente dal microfono. Sui terminali 1 e 2 si fissano i due conduttori interni al cavo.
Nel terminale 4 (COMUNE), a destra di figura 4, rappresentativo della linea di massa si inserisce il conduttore comune dell'alimentazione duale, mentre l'uscita dei segnali amplificati e privi di disturbi si identifica con il morsetto 6, quello contrassegnato con la lettera U in figura 4.

Idoneo alle misure su circuiti a radiofrequenza.

L'alta impedenza non altera le condizioni di lavoro degli stadi in esame.

Valuta le tensioni continue a bassa ed alta frequenza, perché opera su larga banda.

VOLTMETRO PER TENSIONI BF-RF

L'impiego di strumenti di misure e controlli elettrici, necessari durante le operazioni di riparazione degli stadi a radiofrequenza e in quelle di valutazione dei relativi segnali, può sempre dar luogo, negli apparati in esame, a perturbazioni più o meno lievi, talvolta spinte al punto di provocare blocchi di funzionamento o danni irreparabili. Mentre il tecnico deve riconoscere, con precisione e facilità, la presenza dei segnali e controllarne l'ampiezza, sia per confronto con altri segnali, onde rilevarne l'amplificazione e l'attenuazione, sia per comparazione con se stesso, allo scopo di stabilirne i valori di massimo e di minimo, soprattutto nel corso di inter-

Validissimo strumento, con alimentazione a pile, per usi di laboratorio, sia professionale che dilettantistico. È indispensabile nelle riparazioni di stadi a radiofrequenza e nelle operazioni di taratura e messa a punto di apparati per radiotrasmissioni.

venti di messa a punto e taratura. Ovviamente, senza alcuna preoccupazione che lo strumento adottato possa divenire il protagonista di rilevamenti sbagliati o, peggio, di avarie circuitali.
Agli operatori elettronici, tuttavia, si possono presentare ulteriori problemi, legati all'uso degli strumenti di laboratorio: quelli di intervenire su bande diverse, anche sconosciute, per misurare le tensioni continue di polarizzazione dei vari stadi che, utilizzando valvole elettroniche o transistor ad effetto di campo, vengono sempre ed inevitabilmente disturbati dai comuni tester ad alta sensibilità.
Ma questi ed altri problemi ancora vengono completamente risolti, servendosi del dispositivo, qui presentato e descritto, che appare semplice ed affidabile, che non pone questioni di interferenze di rete, perché alimentato a pile e che si rivela poco ingombrante, facilmente trasportabile, meccanicamente robusto e principalmente assai economico.

DUE CIRCUITI SEPARATI

Per misurare le tensioni continue, senza caricare il circuito in esame, serve un voltmetro elettronico ad altissima impedenza. A questo strumento, poi, si deve abbinare un rivelatore di segnali alternati, di adeguate caratteristiche, per adattare il voltmetro ad operare nel campo di tutte le tensioni, sia di bassa frequenza, sia a radiofrequenza. Ma anche per realizzare un apparecchio in grado di localizzare qualsiasi sorgente di segnali a frequenza elevata, come ad esempio quelle che generano disturbi nei collegamenti via radio, oppure le microspie occultate con finalità illecite.
Il progetto del voltmetro, qui proposto ai lettori, è composto da due circuiti separati:

1° - La sonda
2° - Il voltmetro

Il primo è pubblicato in figura 1, il secondo in figura 3. E per entrambi sono riportati rispettivamente alle figure 2 e 4, i relativi schemi pratici. Ma cominciamo col dire che il progetto del voltmetro di figura 3 è stato essenzialmente concepito per impieghi nei vari settori della radiofrequenza, anche se, con la sola sostituzione di un condensatore, come avremo occasione di dire più avanti, il dispositivo può lavorare ottimamente in bassa frequenza, fino al limite mi-

scatola stagnabile

punta | C1 | R1 | DG | cavo scherm. | uscita | R2 | C2 | pinza

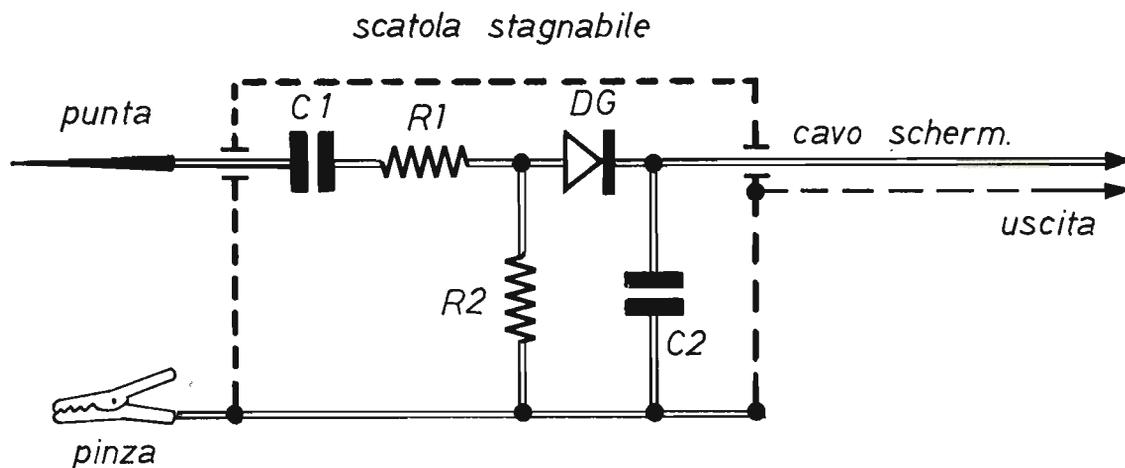



Fig. 1 - Schema elettrico della sonda da accoppiare con l'entrata del voltmetro elettronico descritto nel testo. Le linee tratteggiate delimitano la parte circuitale da inserire in un piccolo contenitore metallico con funzioni di schermo elettromagnetico.

COMPONENTI

C1 = 56 pF (ceramico)
C2 = 100 pF (ceramico)
R1 = 100.000 ohm - 1/4 W
R2 = 1 megaohm - 1/4 W
DG = diodo al germanio (OA 95)

nimo dei 10 Hz! Tuttavia, per i due diversi tipi di interventi, quello in bassa e l'altro in alta frequenza, si consiglia la realizzazione di due sonde distinte.
Riassumendo: l'argomento qui trattato viene diviso in due parti, nella prima si analizza il circuito sonda e se ne interpreta la pratica costruzione, nella seconda si esamina il circuito del voltmetro elettronico, se ne presenta la realizzazione e, cosa molto importante, se ne descrive la necessaria taratura.

IL CIRCUITO SONDA

La punta metallica del circuito sonda, chiaramente segnalata sulla sinistra dello schema di figura 1, preleva le tensioni a radiofrequenza dai dispositivi in esame e le applica, attraverso un gruppo capacitivo-resistivo, all'anodo del diodo al germanio DG, allo scopo di trasformare le tensioni alternate in tensioni continue ed applicarle poi al cavo schermato d'uscita.
Il gruppo RC è composto dalla resistenza R1, da 100.000 ohm e dal condensatore, di tipo ceramico, C1, del valore capacitivo di 56 pF, per la banda di frequenze compresa fra i 150 MHz e 1 MHz, ma con valore di 4.700 pF se la sonda deve operare nel campo di frequenze di 1 MHz ÷ 10 Hz.
Il diodo al germanio DG, per il quale si consiglia il modello OA95, che è più facilmente reperibile in commercio, può essere scelto, a piacere, fra i seguenti semiconduttori: OA 81 - OA 85 - OA 91 - OA 95. Quel che importa, in questi componenti, è la cosiddetta tensione inversa VR (Reverse Voltage), il cui valore deve aggirarsi intorno ai 100 ÷ 110 VR.
Al diodo al germanio DG è affidato il compito di raddrizzare i segnali a radiofrequenza e di caricare il condensatore C2 con i valori di tensione corrispondenti a quelli di picco.

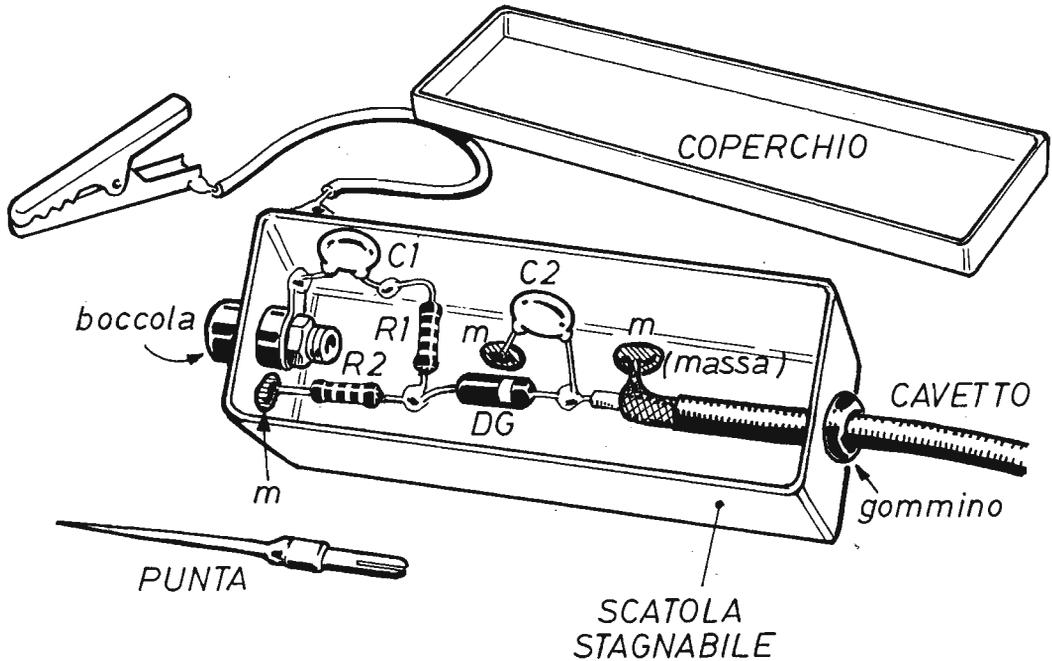



Fig. 2 - Schema costruttivo della sonda per tensioni a radiofrequenza. Dalla parte posteriore fuoriesce, tramite gommino protettivo, il cavo schermato conduttore dei segnali da valutare con il voltmetro e la cui calza metallica è collegata a massa.

Il circuito sonda di figura 1 presenta un'impedenza d'entrata elevatissima, dell'ordine di 1 megaohm, che non perturba, se non in misura debolissima, lo stato dei circuiti posti sotto controllo.
Soltanto in casi eccezionali, particolarmente critici, qualora le capacità o le induttanze equivalenti della sonda dovessero disturbare il circuito in esame, è sempre possibile raggiungere una valutazione certa, anche se meno accurata, realizzando un accoppiamento lasco tramite sonda di tipo capacitivo, ovvero con una piccola lamina isolata, collegata alla punta ed avvicinata ad una distanza fissa, con un orientamento ben stabilito rispetto al circuito. Oppure con una sonda induttiva, composta da poche spire di filo conduttore, distanziate fra loro, avvolte in aria su diametro di qualche centimetro, ma ben isolate e con i terminali collegati al puntale e a massa. Anche questa sonda deve essere avvicinata al circuito nella misura ritenuta sufficiente, stabilendo distanza ed orientamento se si vogliono eseguire misure relative.
Nel primo caso, ovviamente, si valuteranno di più le componenti elettriche del segnale, nel secondo quelle magnetiche.
Per impieghi particolari del voltmetro elettronico, è possibile inserire, a monte della sonda, dei filtri LC (induttivo-capacitivi), allo scopo di selezionare la banda di frequenze desiderate. Anche se una certa selezione è resa possibile intervenendo sul valore capacitivo di C1. Perché con le capacità più basse si eleva la frequenza minima della banda e viceversa. Quella massima invece rimane la stessa agendo soltanto su C1.

REALIZZAZIONE DELLA SONDA

Il semplice piano costruttivo della sonda è pubblicato in figura 2. Il contenitore, definito "Scatola Stagnabile" deve essere chiaramente

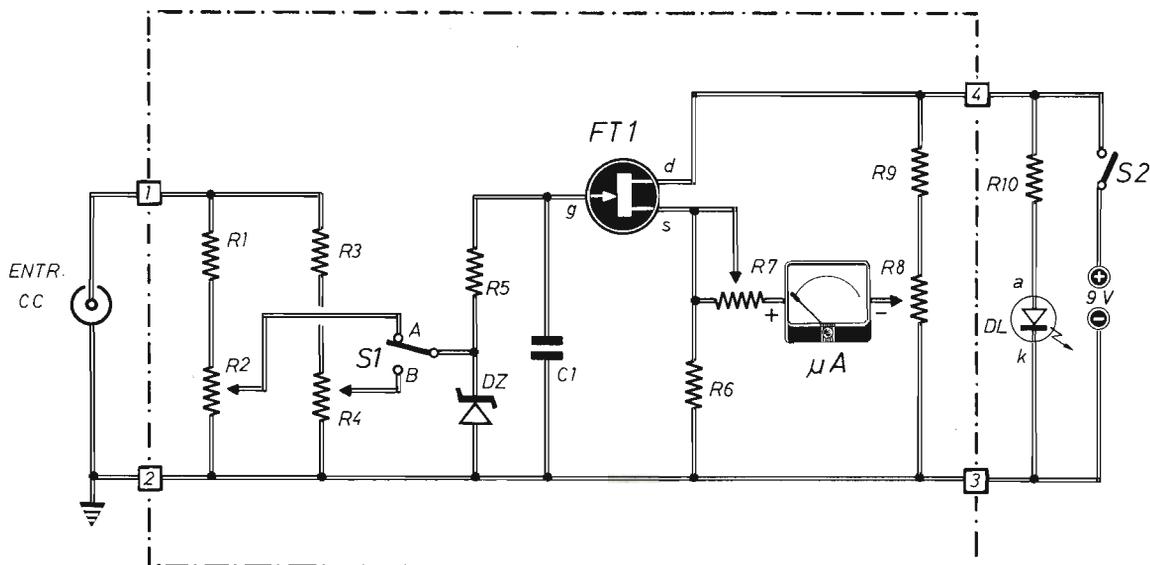



Fig. 3 - Progetto del voltmetro elettronico di valutazione di tensioni a radiofrequenza. L'elevatissima impedenza d'entrata si identifica con quella caratteristica del transistor amplificatore ad effetto di campo. Con il commutatore S1 si posiziona il circuito in una delle due possibili portate. Con il trimmer R7 si regola l'indice del microamperometro sulla massima deviazione, con R8 lo si tara sul valore zero.

COMPONENTI

Condensatore

C1 = 1.000 pF (ceramico)

Resistenze

R1 = 4,7 megaohm - 1/4 W
R2 = 1 megaohm (trimmer)
R3 = 1 megaohm - 1/4 W
R4 = 4,7 megaohm (trimmer)
R5 = 100.000 ohm - 1/4 W
R6 = 330 ohm - 1/4 W
R7 = 2.200 ohm (trimmer)
R8 = 2.200 ohm (trimmer)
R9 = 10.000 ohm - 1/4 W
R10 = 1.200 ohm - 1/4 W

Varie

FT1 = 2N3819
µA = microamperometro (100 µA f.s.)
DL = diodo led
DZ = diodo zener (6 V)
S1 = comm. (2 posiz. - 1 via)
S2 = interrutt.
ALIM. = 9 Vcc

di tipo metallico, per fungere da schermo elettromagnetico contro eventuali segnali di disturbo esterni e per non lasciare sfuggire quelli interni raccolti dal puntale.
La punta metallica, saldata su uno spinotto, va innestata su apposita boccola isolata. Il conduttore, applicato tramite saldatura a stagno su un lato del contenitore, in prossimità della punta, è munito, all'estremità opposta, di pinzetta "coccodrillo", per il collegamento con la massa del circuito in esame.
Non occorre alcun supporto per il cablaggio del circuito della sonda, giacché le poche saldature a stagno dei reofori di alcuni elementi sono più che sufficienti per irrigidire la composizione circuitale. Si consiglia, invece, di realizzare collegamenti molto corti e saldature a regola d'arte.
Il cavo schermato uscente dal dispositivo, quel-

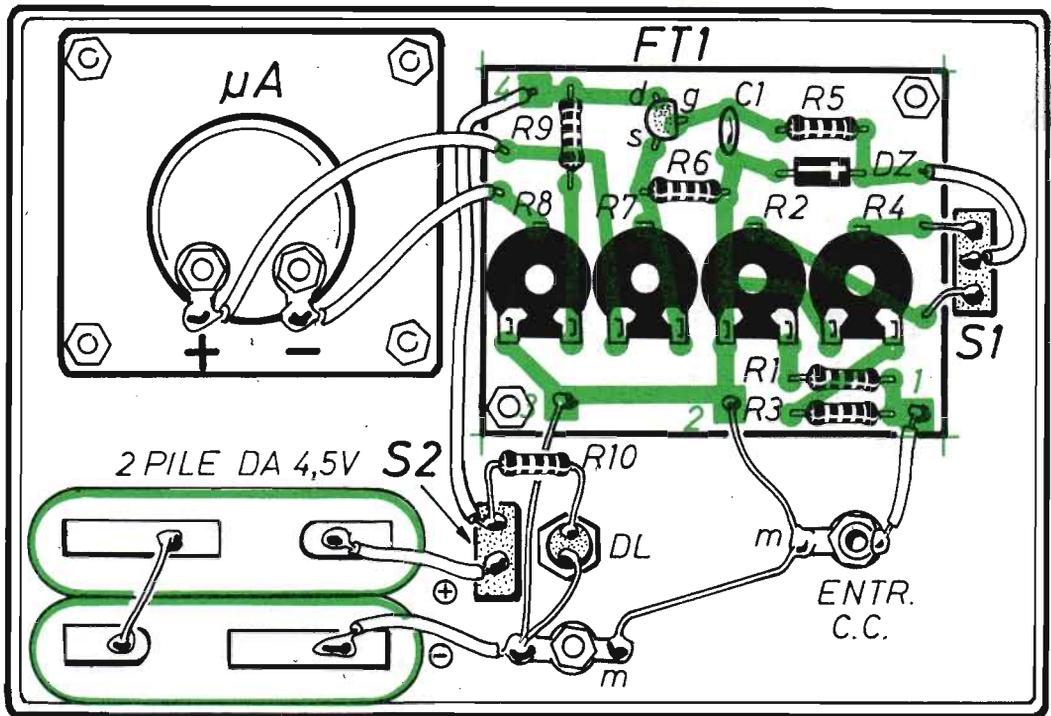



Fig. 4 - Piano costruttivo del voltmetro elettronico, interamente inserito dentro contenitore metallico, sul cui pannello frontale compaiono il commutatore di portata S1, la boccola per l'entrata dei segnali da valutare, il diodo led, l'interruttore S1 e la scala del microamperometro. L'alimentazione è derivata da due pile piatte da 4,5 V, collegate in serie.

lo che applica i segnali in tensione continua al voltmetro elettronico, è collegato a massa internamente al contenitore metallico. Un gommino passante lo protegge dal tagliente foro metallico praticato in posizione opposta a quella in cui è fissata la punta.

CIRCUITO DEL VOLTMETRO

Il progetto del voltmetro elettronico è pubblicato in figura 3. Come si può subito osservare, si tratta di un circuito con uscita a ponte, che utilizza un transistor amplificatore di tipo FET con alta impedenza d'entrata.
I segnali in tensione continua, applicati in entrata tramite il cavo schermato proveniente dalla sonda, vengono dosati in ampiezza tramite i due trimmer R2 o R4, a seconda della posizione assegnata al commutatore ad una via e due posizioni S1.
Il commutatore S1 consente di disporre di due riferimenti a fondo scala dell'indice del microamperometro μA, quello di 10 V e l'altro di 100 V. Più precisamente, con S1 su A, l'indice dello strumento analogico valuta 100 V fondo scala. Con S1 commutato su B si dispone invece della scala inferiore, quella di 10 V f.s. In sostanza, il commutatore S1 attribuisce al voltmetro la disponibilità di due portate.
Il diodo zener, con tensione di 6 V, protegge il transistor FT1 dai forti segnali elettrici, anche

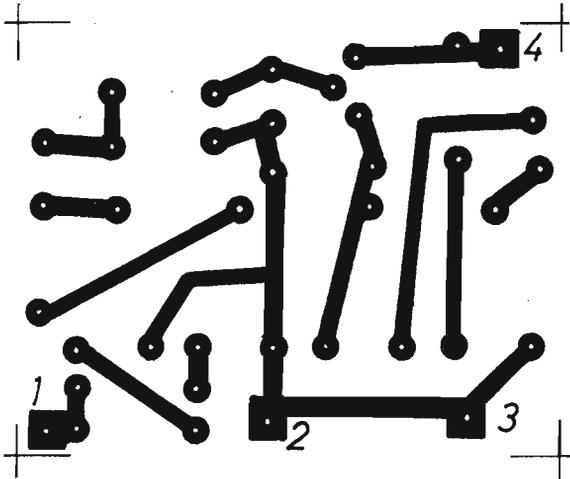
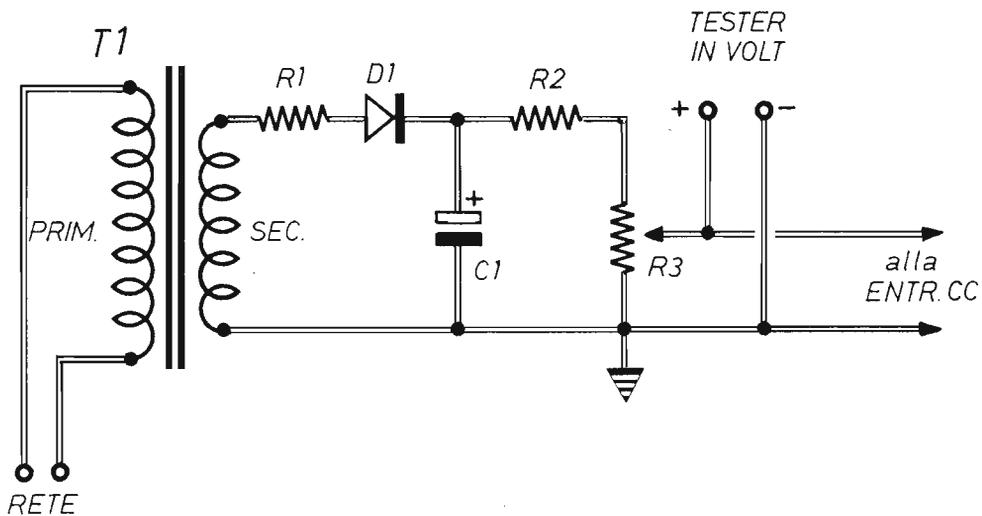



Fig. 5 - Disegno in grandezza reale del circuito stampato da riprodurre su basetta supporto di materiale isolante, destinata a rappresentare il modulo elettronico del voltmetro.

accidentali, come ad esempio le scariche elettrostatiche o le tensioni indotte da saldatori non collegati a massa, che potrebbero distruggerlo.
Il diodo led DL funge da elemento indicatore di apparecchio acceso; la resistenza di protezione R10, collegata in serie, assume il valore di 1.200 ohm.

L'interrutore S2 chiude il circuito di alimentazione a 9 Vcc, realizzato con due pile piatte da 4,5 V ciascuna e collegate in serie tra loro, onde erogare la tensione di valore complessivo di 9 Vcc.
Il trimmer R7 consente di regolare la posizione dell'indice del microamperometro µA sul fondo scala e in corrispondenza della sua massima deviazione. Il trimmer R8 invece serve per tarare lo zero di inizio scala dello strumento.

MONTAGGIO DEL VOLTMETRO

La realizzazione pratica del voltmetro necessita di un contenitore metallico, dentro il quale si inseriscono il modulo elettronico, lo strumento analogico e le pile di alimentazione. Questi elementi, infatti, debbono rimanere raggruppati nel modo indicato in figura 4. Ma il montaggio del voltmetro deve iniziare con la composizione del circuito stampato, il cui disegno in grandezza reale è riportato in figura 5. Poi, una volta resa disponibile la basetta supporto, si inseriscono su questa i diversi componenti elettronici, tenendo in visione costante la sezione schematica riportata sulla destra del piano costruttivo di figura 4.
Consigliamo di inserire per ultimo il transistor FT1 oppure, in caso contrario, di mantenere in cortocircuito i suoi elettrodi fino a montaggio

ultimato, utilizzando qualche spira di filo di rame nudo.
Sul pannello frontale del contenitore debbono comparire, a lavoro completato, la boccola d'entrata delle tensioni continue da misurare, il diodo led, che tiene informato l'operatore sullo stato elettrico dell'apparato, il commutatore di portata S1, l'interrutore S2 e la scala del microamperometro.
La linea di alimentazione negativa rimane collegata a massa e si identifica con questa.

TARATURA DEL VOLTMETRO

Siamo così giunti alle ultime operazioni di approntamento del dispositivo descritto nel testo, quelle, non meno importanti delle precedenti, di taratura e messa a punto delle parti circuitali. Che debbono iniziare col porre in cortocircuito, tramite terminali cortissimi, lo stadio d'entrata del voltmetro, per procedere poi, con grande pazienza, nel modo seguente:

1° - Chiudere S2 per alimentare il dispositivo e regolare il trimmer R8 in modo che l'indice del microamperometro coincida con l'inizio scala.

2° - Regolare il trimmer R7 a centro corsa.

3° - Eliminare il cortocircuito precedentemente provocato.

4° - Commutare S1 in B (bassa tensione) e spostare completamente il cursore di R4 verso massa, applicando all'entrata del voltmetro (non della sonda) la tensione continua di 10 Vcc.

5° - Regolare il trimmer R4 in modo che l'indice del microamperometro μA raggiunga il fondo scala.

6° - Commutare S1 in A (alta tensione) e spostare il cursore del trimmer R2 tutto verso massa.

7° - Applicare all'ingresso del voltmetro la tensione continua di 100 Vcc e regolare il trimmer R2 con lo scopo di costringere l'indice del microamperometro a raggiungere il fondo scala.

Eseguite queste operazioni, il lettore sa di disporre ora di due riferimenti a fondo scala, quello di 10 Vcc e l'altro di 100 Vcc, rappresentativi delle due portate dello strumento. A questo punto, però, i due trimmer R2 ed R4 non debbono essere più toccati. Potrà invece capitare di dover nuovamente intervenire sul trimmer R8 per azzerare l'indice del microamperometro che, col passare del tempo, può spostarsi dall'inizio scala.

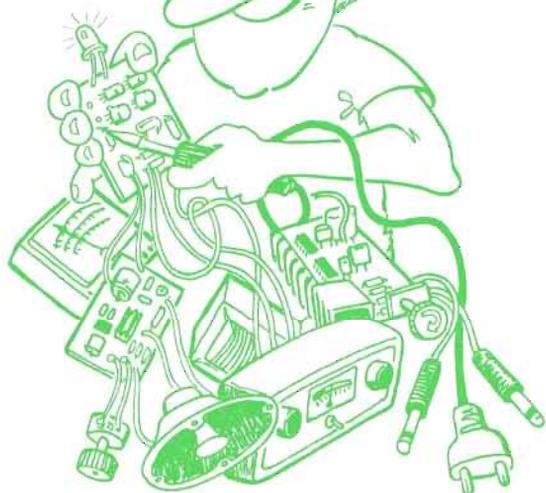
TENSIONI CAMPIONE

Può essere assai facile disporre della tensione campione di 10 Vcc, necessaria per le operazioni di taratura ora descritte; lo è un po' meno, invece, per la tensione di 100 Vcc. In ogni modo, per produrre i due valori citati, basta realizzare lo schema di figura 6. Nel quale la potenza del trasformatore T1 non riveste alcuna importanza ai fini del risultato che si vuol perseguire. Mentre il suo avvolgimento primario deve essere adatto alla tensione di rete di 220 Vca ed il secondario deve ridurre tale tensione ai valori di 100 ÷ 120 Vca.
Il diodo D1 ed i successivi elementi raddrizzano e livellano la tensione, trasformandola nei valori continui necessari e derivabili tramite il potenziometro R3.
Fra il cursore ed il terminale di massa di R3 si collega un tester, meglio se di tipo digitale, per leggere, sulla scala di questo, i due valori utilizzabili di 10 Vcc e 100 Vcc.
Si tenga presente che questo alimentatore non può creare alcun problema elettrico, giacché la corrente assorbita in ingresso dal voltmetro a FET è veramente infinitesimale.

Fig. 6 - Progetto di semplice alimentatore in grado di erogare le due diverse tensioni campione, quella di 10 Vcc e l'altra di 100 Vcc, necessarie per effettuare la taratura del voltmetro elettronico.

COMPONENTI

C1 = 32 μF - 350 Vl (elettrolitico)
D1 = diodo al silicio (1N4007)
R1 = 150 ohm - 1/4 W
R2 = 3.300 ohm - 1/4 W
R3 = 10.000 ohm (potenz. a filo)
T1 = trasf. (220 Vca - 100 Vca)

CORSO ELEMENTARE DI ELETTRONICA

DIODI SCR

Meglio conosciuto con la denominazione di "diodo controllato", l'SCR (Silicon - Controlled - Rectifier), ovvero "rettificatore controllato al silicio", è un componente elettronico a tre elettrodi, internamente composto da due giunzioni PN, che formano un semiconduttore di tipo PNPN, simile a due diodi normali collegati in serie, come segnalato nel disegno di figura 1.
Il terminale relativo all'anodo fa capo al semiconduttore P più esterno, mentre il catodo rimane collegato con il semiconduttore N situato nella parte opposta. Al secondo settore di materiale P è collegato l'elettrodo rappresentativo del "gate", detto pure "porta".
Il simbolo elettrico, che individua il diodo SCR, è pubblicato in figura 2, mentre la configurazione esterna del componente può assumere uno dei tanti aspetti evidenziati in figura 3.
Quando si applica all'anodo una tensione negativa rispetto al catodo, non si verifica alcuna conduzione elettrica attraverso l'SCR, così come avviene nel comune diodo a semiconduttore. In tali condizioni il diodo controllato si comporta come un interruttore aperto.
Invertendo le polarità della tensione, il componente rimane ancora bloccato, contrariamente a ciò che accade nel normale diodo, nel quale si ha conduzione elettrica. Ma la condizione di blocco rimane finché non arriva sull'elettrodo di gate un impulso di tensione, positivo rispetto al catodo e di ampiezza tale da mettere l'SCR in completa conduzione di corrente.
Lo schema elettrico riportato in figura 4 vuol ricordare, prima di procedere con l'analisi del nuovo componente, il comportamento del diodo al silicio in presenza della tensione alternata. Un tale circuito, infatti, facilmente realizzabile, evidenzia, con l'alternarsi delle accensioni delle due lampadine LP1 ed LP2, la conduzione del diodo al silicio D1, in presenza delle semionde positive, e quella del diodo D2 quando sul suo catodo si affacciano le semionde negative della tensione alternata, erogata dall'avvolgimento secondario del trasformatore di rete T1. In pratica, dunque, una delle due lampadine si accende mentre l'altra rimane spenta e viceversa, con il risultato che in ogni momento il sistema emana luce, perché i due diodi sono collegati in an-

tiparallelo, cioè uno rimane polarizzato in un modo, il secondo è polarizzato in senso inverso.
In sede di realizzazione del progetto di figura 4, si tenga presente che i modelli di diodi al silicio, prescritti nell'apposito elenco componenti, possono essere sostituiti con altri simili e che la potenza del trasformatore di alimentazione T1 può oscillare fra i 5 W e i 15 W, mentre la tensione disponibile sull'avvolgimento secondario può rimanere compresa fra i 12 V e i 15 V, con disponibilità di assorbimento di corrente di valore inserito nei limiti di 0,5 A - 1 A.

INTERRUTTORE ELETTRONICO

Il diodo controllato, dopo aver ricevuto l'impulso di tensione sul suo gate, conduce corrente attraverso gli elettrodi di anodo e catodo, ma rimane innescato finché questa corrente non viene in qualche modo interrotta.
Per comprendere bene questo importante concetto relativo al comportamento dell'SCR, proponiamo al lettore la realizzazione del semplice circuito presentato in figura 5, nel quale il semiconduttore viene alimentato con la tensione continua, che può essere quella erogata da una o più pile collegate in serie.
In figura 6 è pubblicato lo schema pratico del circuito sperimentale, il cui supporto è rappresentato da una tavoletta di legno sulla quale si applica, tramite due viti, una morsettiera a cinque ancoraggi, con lo scopo di razionalizzare il cablaggio ed irrigidire i terminali di alcuni componenti, esattamente delle due resistenze, della lampadina LP e del diodo controllato SCR che, identificandosi nel modello C106D, può essere acquistato in commercio in una delle due espressioni esteriori pubblicate in figura 7. Che presentano la medesima piedinatura, ma dimensioni strutturali diverse. Nel modello a sinistra di figura 7, l'aletta di raffreddamento metallica del componente si trova in contatto elettrico con l'elettrodo di anodo (a). Ma in entrambi il catodo, segnalato con la lettera k, si trova sulla sinistra di colui che osserva il diodo controllato dalla parte in cui è stampata la sigla.
Su una piastrina metallica, in funzione di pan-

Fig. 1 - Il diodo controllato SCR è un semiconduttore a tre elettrodi, internamente formato dal collegamento di quattro strati di silicio di tipo P ed N.

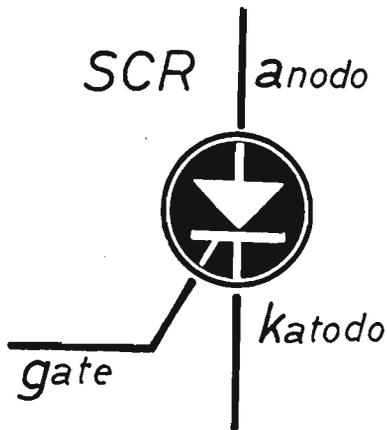



Fig. 2 - Simbolo elettrico, universalmente adottato nella composizione degli schemi teorici, identificatore del diodo controllato SCR.

nello frontale del dispositivo, si applicano l'interruttore S1 ed il pulsante, di tipo sempre aperto, P1, sui quali il lettore dovrà intervenire per sperimentare il funzionamento del diodo SCR.
L'alimentatore è realizzato con due pile piatte, da 4,5 V ciascuna, collegate in serie tra loro nel modo illustrato nel piano di cablaggio di figura 6, in modo da erogare la tensione di 9 Vcc.
E veniamo finalmente agli esperimenti da eseguire sul montaggio di figura 6, non prima, tuttavia, di averli analizzati sullo schema elettrico di figura 5.
Quando si interviene sull'interruttore S1 per chiudere ed alimentare il circuito, la lampada LP rimane spenta, segnalando lo stato di interdizione del diodo controllato SCR. Il comportamento circuitale, dunque, è quello derivante dalle considerazioni teoriche sull'SCR precedentemente menzionate. Mancando l'impulso di tensione sull'elettrodo di gate (g), il semiconduttore si comporta come un interruttore aperto.
Ora, se per un attimo si preme il pulsante P1, che è di tipo normalmente aperto, si può notare l'immediata accensione della lampada LP. Perché con questa operazione si applica al gate dell'SCR un impulso di tensione, che provvede ad innescare il componente elettronico. Ma in tale situazione il circuito permane, anche dopo aver abbandonato il pulsante P1, purché rimanga attivo l'alimentatore. Si può dire pertanto che, una volta applicato l'impulso di tensione al

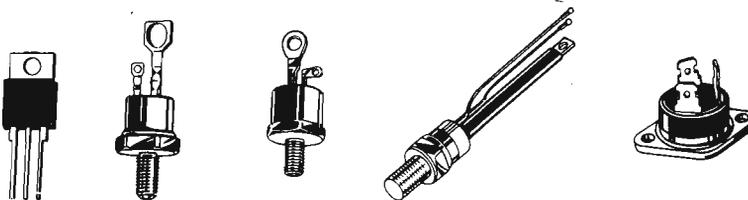



Fig. 3 - Alcuni modelli di diodi controllati SCR attualmente disponibili in commercio.

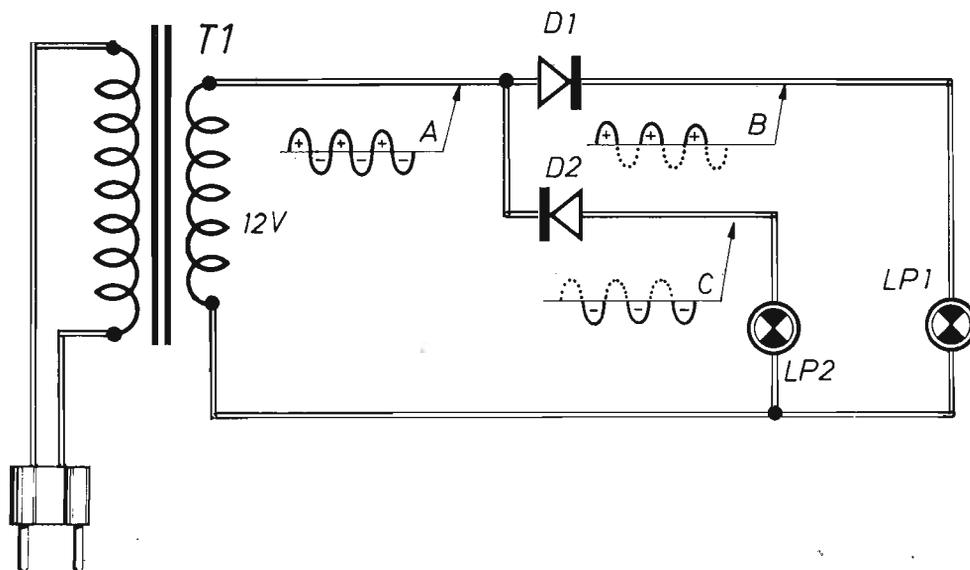



Fig. 4 - I comuni diodi al silicio, in presenza della tensione alternata, si comportano da veri e propri semiconduttori, lasciandosi attraversare soltanto dalle semionde di uno stesso nome, quelle positive o le negative, a seconda del verso di inserimento del componente nel circuito utilizzatore.

COMPONENTI

D1 = diodo al silicio (1N4004)
D2 = diodo al silicio (1N4004)
LP1 = lampadina (12 V - 0,3 A)
LP2 = lampadina (12 V - 0,3 A)
T1 = trasf. (15 W - 220 V - 15 V)

gate, l'SCR si comporta come un interruttore elettronico chiuso.
Per spegnere la lampada LP basta interrompere per un momento l'alimentazione, aprendo l'interruttore S1.
Servendosi della terminologia elettronica moderna, si suole pure dire che il diodo controllato si comporta come una "memoria", dato che, una volta ricevuto il comando di avviamento, non abbandona più lo stato di conduttività, se non a causa di un'interruzione dell'alimentazione.
Praticamente, il gate dell'SCR richiede una minima corrente, dell'ordine di alcuni microampere, per imporre l'innesco del componente, il quale può essere assimilato ad un relè in grado di pilotare, con poca energia, elevate potenze elettriche.

Il modello da noi utilizzato per la realizzazione del progetto di figura 5, è il classico C106D, che con un impulso di soli 30 µA, può attivare un circuito interessato da una corrente di ben 4 A, ovvero di 133.333 volte superiore. Infatti:

$$\mathbf{4\,A : 30\,\mu A = 133.333}$$

perché 30 µA = 0,00003 A.
Rammentiamo che in commercio sono presenti diversi tipi di SCR recanti la sigla C106. Tra i quali ricordiamo i seguenti: C106Q - C106C - C106A - C106D - C106M. Per ognuno di questi mutano i valori delle tensioni di lavoro, che debbono essere richieste al rivenditore, oppure individuate negli appositi prontuari.
Quanto fin qui esposto va ora sperimentato direttamente sul montaggio reale di figura 6, in-

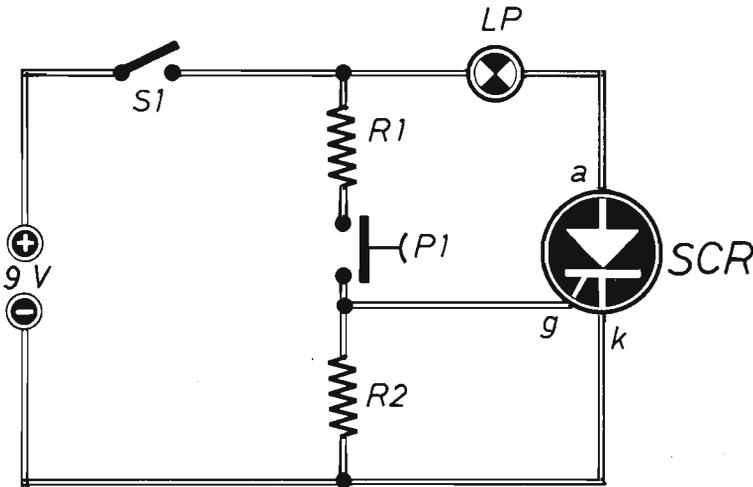



Fig. 5 - Circuito sperimentale di analisi del comportamento di un diodo controllato SCR quando questo viene alimentato con la tensione continua.

COMPONENTI

R1 = 5.600 ohm - 1/4 W
R2 = 1.000 ohm - 1/4 W
LP = lampadina (12 V - 0,3 A)
SCR = C106D
P1 = pulsante (n.a.)
S1 = interrutt.
ALIM. = 9 Vcc

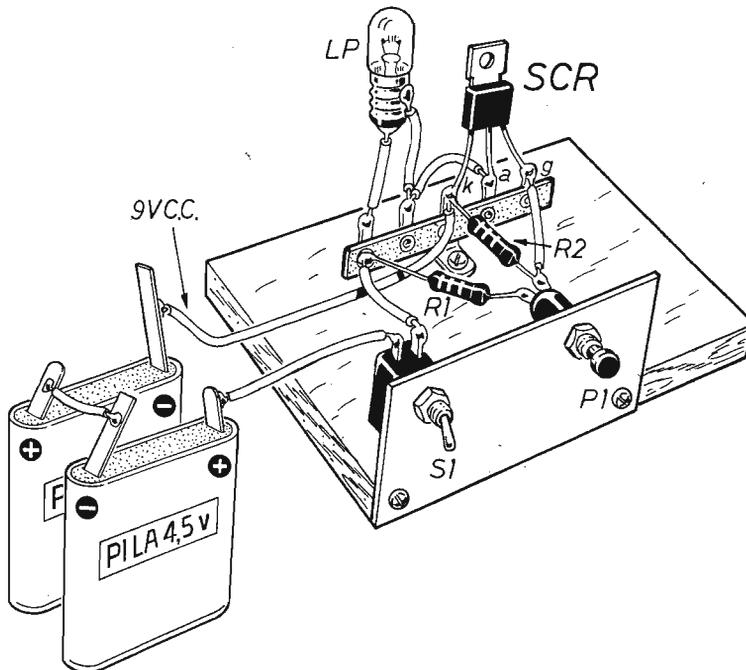



Fig. 6 - Piano costruttivo dell'apparecchio didattico che, tramite l'interruttore S1 ed il pulsante P1, consente di esaminare il funzionamento del diodo SCR.

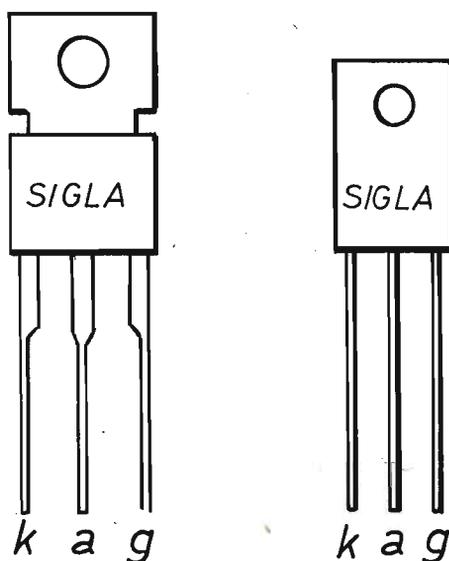



Fig. 7 - Il diodo controllato SCR, modello C106D, prescritto per la realizzazione dei circuiti sperimentali descritti nel testo, può essere reperito in commercio in una delle due espressioni qui riportate, la cui piedinatura è la stessa per entrambi i diodi. La lettera K segnala la posizione dell'elettrodo di catodo.

tervenendo, con le operazioni descritte, sull'interruttore S1 e sul pulsante P1. Ma i risultati raggiunti possono essere così sintetizzati, facendo preciso riferimento al diagramma riportato in figura 8:

Punto A = chiusura S1
Punto B = chiusura P1
Punto C = apertura P1
Punto D = apertura S1
Punto E = chiusura S1

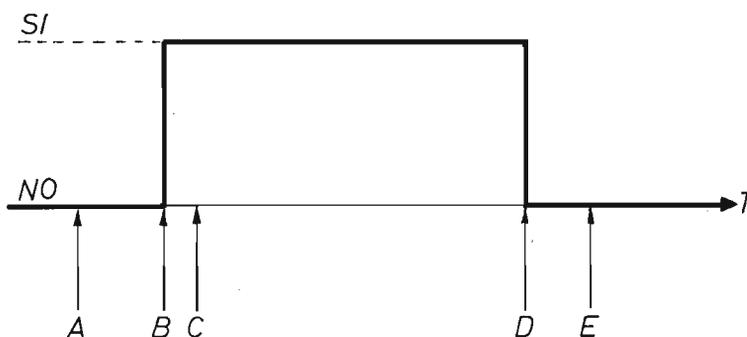



Fig. 8 - Le condizioni elettriche del circuito di figura 5 sono interpretate in questo semplice diagramma, i cui punti segnalati con lettere maiuscole trovano ampie spiegazioni nel testo.

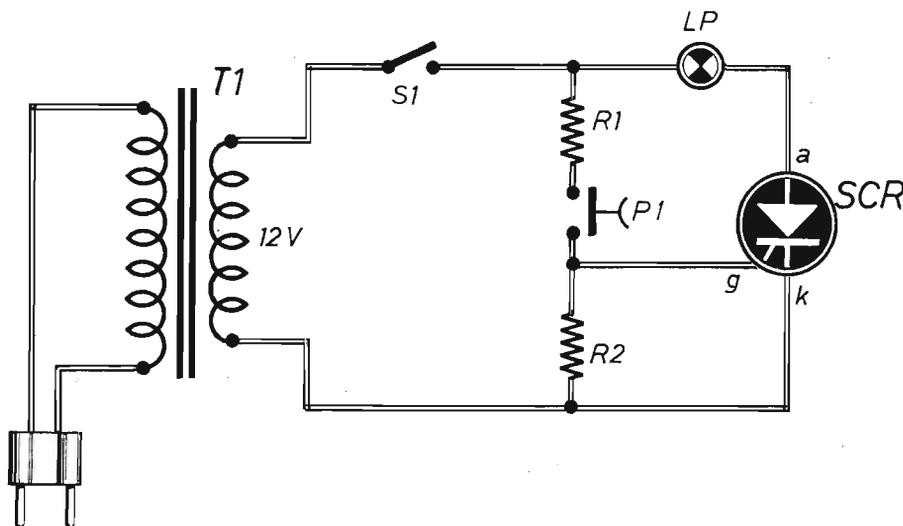



Fig. 9 - Progetto del dispositivo sperimentale di controllo del funzionamento di un diodo SCR quando questo viene alimentato con la tensione alternata.

COMPONENTI

R1 = 5.600 ohm - 1/4 W
R2 = 1.000 ohm - 1/4 W
LP = lampadina (12 V - 0,3 A)
SCR = C106D
P1 = pulsante (n.a.)
S1 = interrutt.
ALIM. = 12 Vca

Come si può notare, sul punto B, all'atto in cui si preme il pulsante P1, dopo aver chiuso l'interruttore di alimentazione S1, la corrente, che fluisce attraverso l'SCR, cioè fra anodo e catodo, assume immediatamente il suo massimo valore di intensità, che si conserva finché non si interviene nuovamente sull'interruttore di alimentazione S1, aprendolo.
Nel diagramma di figura 8, il tempo necessario al diodo controllato per divenire conduttore, dopo aver inviato sul suo gate l'impulso di tensione positiva rispetto al catodo, sembra istantaneo, ma nella realtà, pur rimanendo brevissimo, si aggira intorno a 0,5 microsecondi, ossia a mezzo milionesimo di secondo.
È stato affermato che per riportare all'interdizione l'SCR, occorre aprire l'interruttore S1, ovvero togliere, sia pure per un momento, l'alimentazione. Ma esiste anche un secondo sistema per interdire il diodo controllato ed è quello di invertire le polarità dell'alimentazione. Anche questo concetto può essere facilmente controllato servendosi dello stesso montaggio di figura 6.
Concludiamo questa prima parte dell'esame del diodo SCR ricordando che, pur avendo prescritto il classico C106D, nel montaggio sperimentale, tenuto conto delle basse tensioni in gioco, può essere utilizzato qualsiasi modello di SCR, in modo particolare il C106M, che potrà servire in futuro, quando si rendessero necessarie prestazioni elettriche superiori.

L'SCR IN ALTERNATA

Tutte le analisi fin qui condotte sul funzionamento del diodo SCR, sono state limitate al si-

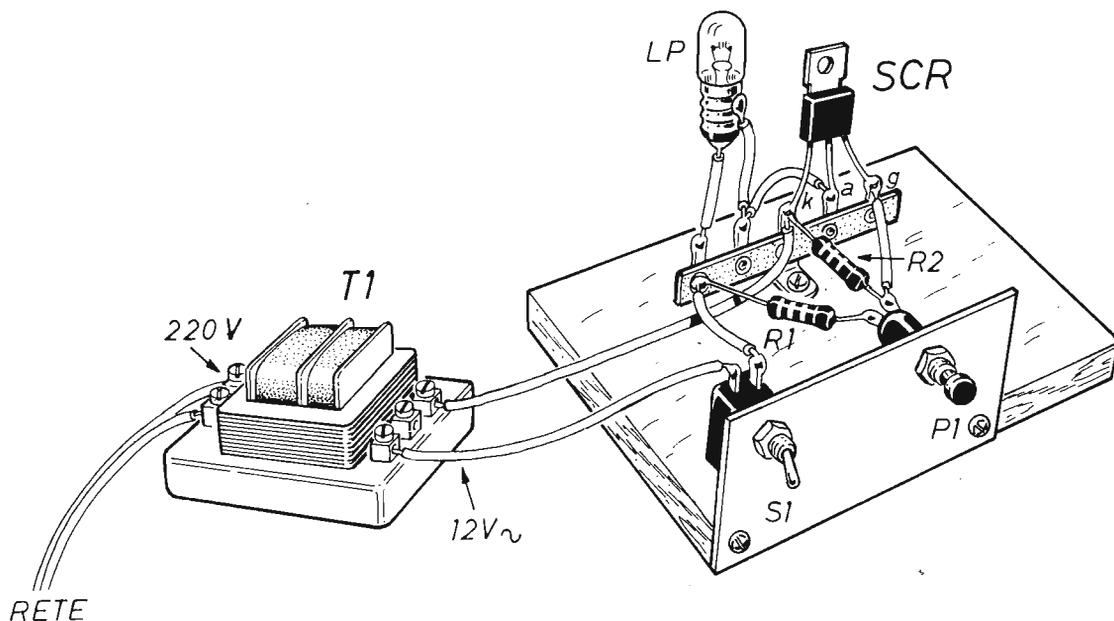



Fig. 10 - L'apparecchio con cui si analizza il comportamento del diodo SCR in regime di tensione alternata, è alimentato per mezzo di un comune trasformatore per campanelli elettrici.

stema di alimentazione del componente con la tensione continua, quella generata da una o più pile. Rimane ora da vedere quali comportamenti possa assumere l'SCR in presenza delle tensioni alternate.
Diciamo subito che, per introdurre questa nuova teoria, gli schemi cui il lettore è invitato a far riferimento, sono press'a poco uguali a quelli già consultati in precedenza. Anche se, questa volta, non si utilizzano le pile, ma si ricorre all'impiego della tensione alternata di rete.
Il circuito sperimentale, che interpreta il modo di comportarsi di un SCR, quando fra i suoi elettrodi di anodo e catodo è inserita la tensione alternata di rete, è pubblicato in figura 9. In questo, il trasformatore T1, che può essere rappresentato da un modello per campanelli elettrici, riduce la tensione di 220 Vca al valore di 12 Vca. E questa bassa tensione, attraverso l'interruttore S1 e la lampada LP, viene applicata agli elettrodi "a" e "k" dell'SCR, che può essere ancora lo stesso componente già utilizzato per l'esperimento di figura 6, ovvero il C106D.
Supponiamo ora che l'interruttore S1 sia stato chiuso e rileviamo che la lampadina LP rimane spenta. Ciò significa che, ancora una volta, in assenza della tensione di innesco sull'elettrodo di gate (g), il diodo controllato rimane all'interdizione, ossia non è conduttore.
Premiamo quindi e manteniamo premuto il pulsante P1, per osservare due fenomeni: quello dell'accensione della lampada LP, come accade nel circuito di figura 5, alimentato in continua,

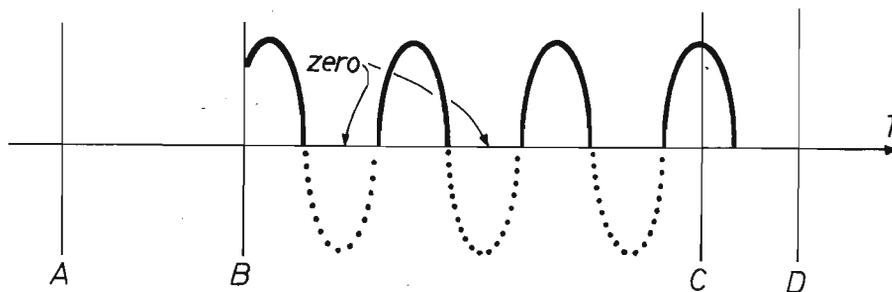



Fig. 11 - Le linee intere delle sinusoidi, caratteristiche della rappresentazione analitica della tensione alternata, si riferiscono ai periodi di tempo in cui il diodo SCR rimane conduttore. Quelle tratteggiate misurano il tempo durante il quale l'SCR è all'interdizione.

e quello dello spegnimento della stessa lampada LP appena si abbandona la pressione su P1, questa volta al contrario di quanto verificato nel precedente progetto, per il quale, dopo aver immesso il segnale di innesco sul gate dell'SCR, la lampada rimaneva accesa.
Il primo fenomeno è già stato analizzato, il secondo merita invece una accurata interpretazione. Consideriamo dunque nuovamente l'esperimento: chiudiamo l'interruttore di alimentazione S1, premiamo il pulsante P1 per un certo tempo ed osserviamo la lampadina LP, la quale non si accende come nel progetto di figura 5, ma con una luminosità alquanto ridotta, esattamente nella misura del 50%. Interpretiamo, pertanto, i due diversi comportamenti del diodo controllato quando questo viene inserito in un circuito alimentato in corrente alternata.
È stato detto in precedenza che, per disinnescare l'SCR alimentato in continua, si poteva ricorrere a due metodi: quello di interrompere l'alimentazione e l'altro dell'inversione di polarità. Ebbene, il secondo è proprio quello che agisce nel circuito di figura 9, dove l'operatore è costretto a tenere premuto costantemente il pulsante P1, per applicare in continuità sul gate gli impulsi di avviamento della conduttività del semiconduttore. Ciò rimane ampiamente dimostrato nel diagramma di figura 11, il quale interpreta la misura dei tempi in cui la lampada LP rimane accesa e che si identifica con quella in cui sono attive le semionde positive della tensione alternata.

In presenza dei tratti di sinusoide a linea intera (figura 11), sull'anodo dell'SCR è applicata la tensione positiva e se il pulsante P1 è premuto il diodo conduce corrente. Ma nel momento in cui la sinusoide passa attraverso il valore di 0 V, per assumere quelli negativi, le polarità si invertono e l'SCR va all'interdizione. Poi, quando la tensione ritorna a percorrere i valori positivi, se il pulsante P1 viene premuto, la lampada LP si riaccende.
Concludendo, ma con riferimento al diagramma di figura 11, ovvero ai punti in questo contrassegnati con lettere maiuscole, si ha:

A = chiusura S1
B = conduz. di SCR con P1 premuto
C = abbandono P1
D = chiusura S1

Si noti come al punto C, pur avendo abbandonato il pulsante P1, la lampada LP rimanga ancora accesa durante l'ultimo tratto di linea intera discendente della sinusoide. E questo tempo di accensione coincide con quello in cui l'SCR è ancora conduttore.
Le linee tratteggiate, nel diagramma di figura 11, si riferiscono alle semionde negative della tensione alternata, quelle che portano il diodo controllato all'interdizione ed impediscono il passaggio di corrente.
La resistenza R1 assume la funzione di elemento limitatore della corrente di gate, la R2, invece, mantiene il gate al livello della linea di ter-

ra. In assenza di questa seconda resistenza, l'SCR potrebbe innescarsi in presenza di un solo disturbo elettrico di origine esterna al circuito.

REALIZZAZIONE PRATICA

La costruzione del dispositivo, che permette di analizzare il comportamento di un diodo SCR quando questo è alimentato in alternata, va eseguita nel modo suggerito in figura 10, che è lo stesso con cui è stato costruito il progetto di figura 5. Si consiglia quindi, trattandosi di strumenti didattici, di utilizzare lo stesso montaggio di figura 6, eliminando le pile di alimentazione e sostituendole con il trasformatore T1, la cui potenza si aggira intorno ai 5 ÷ 15 W ed il cui avvolgimento secondario deve erogare una tensione di valore compreso fra 12 e 15 Vca. La corrente derivabile può variare entro i limiti di 0,5 - 1 A. Pertanto, anche un semplice trasformatore per campanelli elettrici può essere montato nel circuito del progetto di figura 9. In particolare, nel modello disegnato in figura 10, la tensione di 12 V viene prelevata dai due morsetti esterni fra i tre che raccolgono i conduttori terminali dell'avvolgimento secondario, perché il primo di questi ed il morsetto centrale forniscono la tensione di 6 Vca. Due morsetti soltanto, invece, caratterizzano i terminali di entrata dell'avvolgimento primario a 220 Vca.

VENDITE ACQUISTI PERMUTE

Di questa Rubrica potranno avvalersi tutti quei lettori che sentiranno la necessità di offrire in vendita, ad altri lettori, componenti o apparati elettronici, oppure coloro che vorranno rendere pubblica una richiesta di acquisto od un'offerta di permuta.
Elettronica Pratica non assume alcuna responsabilità su eventuali contestazioni che potessero insorgere fra i signori lettori e sulla natura o veridicità del testo pubblicato. In ogni caso non verranno accettati e, ovviamente, pubblicati, annunci di carattere pubblicitario.
Coloro che vorranno servirsi di questa Rubrica, dovranno contenere il testo nei limiti di 40 parole, scrivendo molto chiaramente (possibilmente in stampatello).

VENDO computer Toshiba MSX2 e/o monitor colori 14 Fenner. Il prezzo è da concordare anche per la vendita singolarmente.
LINO - AGRIGENTO - Tel. (0922) 598870 ore pomeridiane e serali

VENDO "Nuovo pacco del principiante" e "Raccolta Primi Passi" con altre riviste a buon prezzo. Inoltre procuro schemi elettronici vari a L. 1.000 cadauno. Cerco preamplificatore d'antenna UHF per le alte frequenze.
STERLICCHIO RICCARDO - ANDRIA (Bari) Tel. (0883) 554925

VENDESI antenna per CB marca "New Spacelab" 200 ch - 1 KW di potenza applicabile 5/8 di Y, a L. 50.000.
BOCCHINI ROGER - LAVENO (Varese) Tel. (0332) 666291 dopo le 20

ESPERTO esegue, solo per ditte, montaggi di circuiti elettronici. Inoltre eseguo, per dottori o fisioterapisti, montaggi di strumenti elettromedicali.
DE MARCO ROBERTO - Tel. (010) 820295

VENDO causa cambio hobby, molto materiale elettronico a L. 2.000 il kg. Amperometri varie portate nuovi L. 12.000 cadauno. Vendo inoltre fotocopie di schemi eadio a valvole-transistor e TV, manuali tecnici ed apparati surplus militari vari.
MAMBELLI DANIELA - Tel. (0543) 795026 dopo le 19,30

VENDO materiale vario (trasformatore, int. levetta, serratura computer + chiave, maniglie dissipatori, quarzi, display, semiconduttori, varie + microfono preamplificato CB autocostruito) tutto a L. 140.000 trattabili.
DAVIDE - Tel. (049) 5384790 pomeriggio e sera

IL SERVIZIO È COMPLETAMENTE GRATUITO

ESEGUO circuiti stampati a L. 135 cmq. Inviare master ed il relativo importo + L. 1.500 per la spedizione. (Anche in francobolli).
SARACENO ROBERTO - Via Adua, 4 scala C int. 4 - 96011 AUGUSTA (Siracusa)

CERCO urgentemente un integrato della NATIONAL sigla B 140 28 pin o equivalente con fotocopia della piedinatura. Rimborso di tutte le spese più prezzo dell'integrato.
IND. VITALI RENATO - Via Pentimento, 21 - 44038 PONTELAGOSCURO (Ferrara) Tel. (0532) 465154

VENDO computer spectrum 48 K + joystick + 100 giochi + registratore e cavi di collegamento vari L. 170.000 trattabili. Cedo computer + CB 40 canali omologato 5 W per President Lincoln o similari.
RICCARDO - Tel. (0587) 56283 ore pasti

VENDO Commodore 500 + espansione 512 K (aumenta la memoria di Amiga ad 1 mega) + regalo 10 dischi di giochi tra cui Dragon's Lair II. È in garanzia e lo vendo causa doppio regalo, a L. 1.185.000 trattabili. Vendo inoltre stampante Epson portatile, compatibile IBM + caricabatteria a L. 159.000 trattabili. Le spese di spedizione sono a mio carico.
LADILLO ANDREA - Via A. De Gasperi, 10 - 67100 L'AQUILA Tel. (0862) 64065

VENDO quattro casse acustiche vuote in multistrato da 20 mm (progetto ditta artigiana del settore) con pannello anteriore già forato per il montaggio dei seguenti altiparlanti: 1 voofer da 18" (radiazione diretta), 2 midrange da 12", 1 tweeter a tromba. Dimensioni: altezza cm 110, larghezza cm 70, profondità cm. 37. Prezzo L. 100.000 cad.
COZZI LUIGI - Via Parini, 5 - 20068 PESCHIERA BORROMEO (Milano) Tel. (02) 5472906 ore pasti, Segr. tel. 5473018

VENDO corso TV b/n della S.R.E. per radiotecnici, ben fotocopiato, escluso materiale.
SPAGNUOLO GIUSEPPE - Via Molinello, 16 - 83024 MONTEFORTE IRPINO (Avellino) Tel. (0825) 683109

CERCO lineare HF valvolare - modem paret - scgemi cercametalli metadec - di radiotelefoni anche fotocopia - radioamateurs Hand Bock - misuratore di campo. Vendo dipolo 11 ÷ 45 e 10 ÷ 40 lungo mt. 10. Dispongo di molte valvole e materiale surplus.
MARCHETTI ANTONIO - Via S. Janni, 19 - 04023 FORMIA (Latina) Tel. (0771) 28238 dopo ore 17

OCCASIONE, effetto per chitarra elettrica a pedale marca "Washburn" mod. SCX:7 nuovo. Cedo questo stereo chorus a £. 50.000 + s.p. Spedisco ovunque contrassegno.
MILAZZO MASSIMO - Via Vittorio Veneto, 106 - 91011 ALCAMO (Trapani) Tel. (0924) 23036 ore 15-16.

CERCO sintonizzatore per autoradio centrate component (Pioneer) mod. FEX 91.
MORAMARCO MARCO - Via Sormani, 20 - 20095 CUSANO MILANINO (Milano) Tel. (02) 6132864

VENDO MSX I.O 64K con relativi cavi di collegamento al TV e al registratore + registratore + 2 manuali + databanck e agenda incorporata + 300 giochi e utility con spiegazioni + cartuccia di atletica. £. 500.000 trattabili.
ARGIOLAS NICOLA - Via Doge Michiel, 44 - 30126 LIDO DI VENEZIA (VE) Tel. (041) 5266380

CERCO stampante per commodore 64 di qualsiasi tipo a buon prezzo.
ORTOLANI ROMEO - Via Paganini, 5 - DALMINE (Bergamo) Tel. (035) 565030

VENDO antifurto per auto con chiave elettronica per il funzionamento a £. 25.000 + inclinometro con lampadina interna per la notte. £.20.000. Vendo inoltre un filtro antidisturbo per autoradio £. 15.000 + mini trapano (11 x 3,5 cm) 15 V 14.500 giri/mn potenza 20 W 3. 25.000. Catalogo ordinazioni scatole di montaggio per 200 apparecchiature elettroniche £.5.000.
MARROSU MARIO - V.le Italia, 19 - BENETUTTI (Sassari) Tel. (079) 796695

ESPERTO in elettronica esegue circuiti stampati da £. 80 a £. 130 al cmq. Ulteriori informazioni dalle 15 alle 19.
IZZI SIMONE - Via S. Calenda, 38 - 84100 SALERNO Tel. (089) 793777

VENDO PC 128 Olivetti Prodest con due manuali, vari giochi e programmi + penna ottica e cartuccia £. 300.000.
ENRICO - 01016 TARQUINIA (Viterbo) Tel. (0766) 88003 ore serali

PER I VOSTRI INSERTI

I signori lettori che intendono avvalersi della Rubrica « Vendite - Acquisti - Permute » sono invitati ad utilizzare il presente tagliando.

TESTO (scrivere a macchina o in stampatello)

____

____

____

____

____

____

Inserite il tagliando in una busta e spedite a:

ELETTRONICA PRATICA

- Rubrica « Vendite - Acquisti - Permute »
Via Zuretti, 52 - MILANO.

LA POSTA DEL LETTORE

Tutti possono scriverci, abbonati o no, rivolgendoci quesiti tecnici inerenti a vari argomenti presentati sulla rivista. Risponderemo nei limiti del possibile su questa rubrica, senza accordare preferenza a chicchessia, ma scegliendo, di volta in volta, quelle domande che ci saranno sembrate più interessanti. La regola ci vieta di rispondere privatamente o di inviare progetti esclusivamente concepiti ad uso di un solo lettore.

MOTORI SENZA SPAZZOLE

Mi servirebbe un motore elettrico di piccole dimensioni, particolarmente adatto a far funzionare un utensile con elevatissimo numero di giri al minuto, fra i 30.000 e i 40.000. Ho pensato di utilizzare un motore a collettore a magneti permanenti, dato che, per quanto io ne sappia, è il meno ingombrante di tutti. Ma questo, purtroppo, non è in condizioni di sopportare regimi di rotazione tanto elevati. Il raggiungimento di una velocità elevata, per mezzo di un sistema di ingranaggi, poi, è da scartare a priori, a causa del volume intollerabile nella mia applicazione. Come posso risolvere questo problema?

FROSIO MARINO
La Spezia

I motori elettrici a collettore, essendo dotati di un commutatore meccanico di corrente sugli avvolgimenti del rotore, non possono raggiungere velocità di rotazione dell'albero superiori agli ottomila, novemila giri al minuto, nemmeno quando il numero dei poli e, quindi, delle commutazioni, è ridotto al minimo. Infatti, l'alta velocità provocherebbe una rapida usura delle spazzole ed un contatto precario di queste. Fortunatamente, oggi, sono disponibili in commercio dei motori elettrici a commutazione elettronica, realizzati con rotore a magneti permanenti e statore generalmente composto con avvolgimenti trifase, che possono toccare le velocità a lei necessarie, soprattutto se avrà cura di scegliere un modello di piccolo diametro, per esempio di 35 mm e della lunghezza di 90 mm. Questi motori sono in grado di fornire potenze specifiche elevatissime, ma per ottimizzare il loro rendimento, senza ricorrere all'impiego di conduttori troppo grossi, le consigliamo di adottare tensioni di alimentazione superiori ai 40 V, tuttavia non esageratamente, per ragioni di sicurezza, collegando accuratamente a terra le parti metalliche. Unitamente al motore a commutazione elettronica, dovrà acquistare anche l'apposito modulo che regola la velocità, assicura un minimo di protezione e, principalmente, effettua le commutazioni. Per usi prolungati, peraltro, conviene prevedere un sistema di raffreddamento ad aria forzata, anche tramite tubi concentrici. Concludiamo qui la risposta alla sua domanda ricordando che, questi tipi di motori, sono in pratica delle macchine sincrone trifasi, con rotore a magneti permanenti, dotate di sensori di posizione ad effetto Hall, noti in commercio con il nome di "motori brushless", ovvero motori senza spazzole. Costruttrice di tali prodotti è, ad esempio, la ditta svizzera Minimotor, ma anche altre industrie italiane stanno attualmente immettendo sul mercato questi motori, dato che il loro impiego si sta diffondendo in applicazioni di comune interesse, come gli elettrodomestici e l'automobile.

GENERATORE BF

Potreste indicarmi in quale fascicolo arretrato del periodico è stato presentato il progetto di un generatore BF ad onda quadra, o rettangolare, con uscita a 20 Hz ÷ 10 KHz?

LUPRANO MARIO
Foggia

Per non sottoporla ad ulteriori perdite di tempo, preferiamo proporle questo nuovo progetto nel quale, quando è inserito il condensatore C1 da 470 KpF, la frequenza generata varia fra 20 Hz e 500 Hz, mentre con C2 si va da 400 Hz a 12.000 Hz circa. Con R3 si regola la frequenza, con R5 l'ampiezza del segnale uscente.

Condensatori

C1 = 470.000 pF (ceramico)
C2 = 33.000 pF (ceramico)
C3 = 100.000 pF (ceramico)

Resistenze

R1 = 15.000 ohm - 1/4 W
R2 = 1.000 ohm - 1/4 W
R3 = 100.000 ohm (potenz. lin.)
R4 = 1.000 ohm - 1/4 W
R5 = 1.000 ohm (potenz. lin.)

Varie

IC1 = 4011 B
TR1 = 2N1711
S1 = comm. (1 via - 2 posiz.)
S2 = interrutt.
ALIM. = 9 Vcc

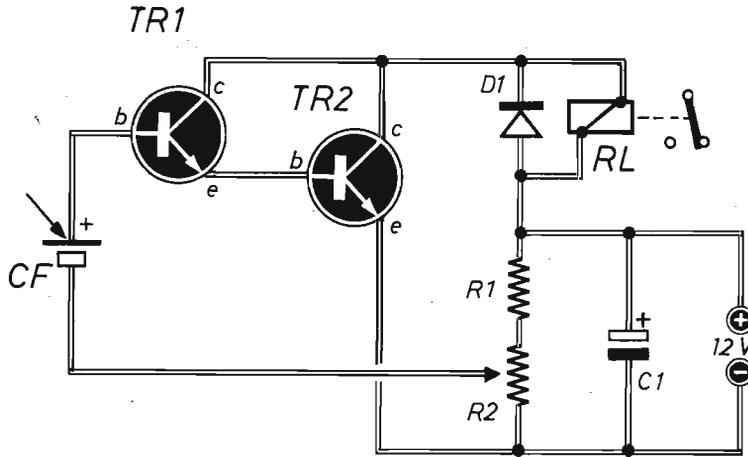
INTERRUTTORE OTTICO

Devo pilotare un circuito elettrico tramite la luce. Potete pubblicare un semplice progetto elettronico in grado di risolvere questo problema?

PRADA ANGELO
Ferrara

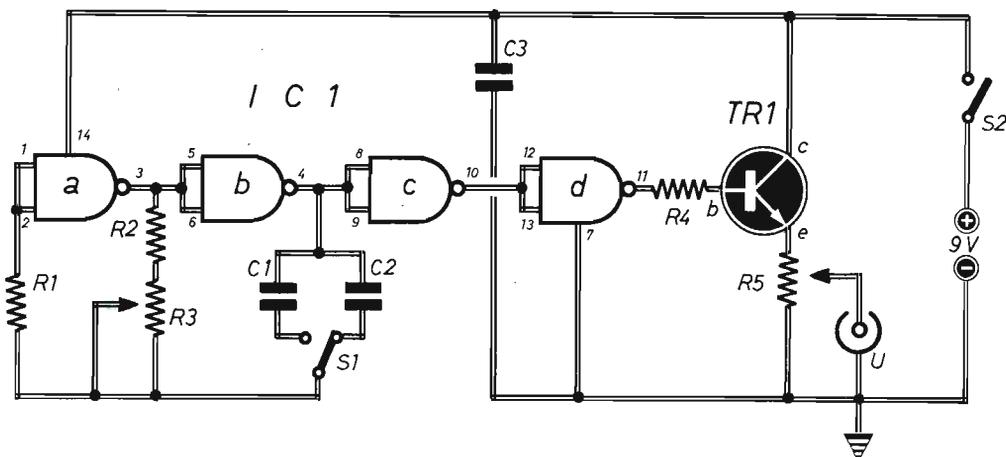
Il funzionamento dello schema qui pubblicato è semplicissimo: quando la luce colpisce la cellula fotovoltaica, il relè RL commuta i suoi contatti. Con il trimmer R2 si regola la sensibilità circuitale.

Condensatore

C1 = 100 µF - 16 Vl

Resistenze

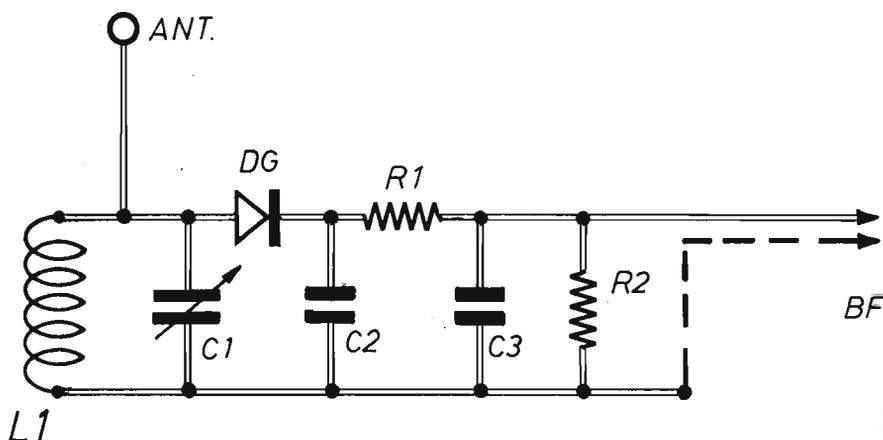
R1 = 10.000 ohm - 1/4 W
R2 = 1.000 ohm (trimmer)

Varie

TR1 = BC107
TR2 = 2N1711
D1 = 1N4004
CF = cellula fotovoltaica
RL = relè (100/300 ohm - 12 Vcc)

L'IMPIANTO HI-FI DISTURBATO

Ritengo, ma non ne sono certo, che il mio impianto hi-fi venga disturbato da un CB abitante nel mio stesso palazzo. Cosa posso fare per accertarmene?

GIUSTINI PIERO
Genova

Lei deve realizzare questo semplice circuito e collegarlo con l'entrata BF del suo hi-fi quando accusa i disturbi menzionati. Si tratta di un rivelatore che le permetterà l'ascolto delle emissioni del CB. La bobina L1 è composta da 10 spire di filo di rame smaltato del diametro di 0,5 mm, avvolte su un supporto cilindrico di 7 mm di diametro. Per l'antenna sono sufficienti 2,5 metri di filo conduttore.

Condensatori

C1 = 100 pF (condens. variabile)
C2 = 1.000 pF
C3 = 1.000 pF

Resistenze

R1 = 3.300 ohm -1/4 W
R2 = 10.000 ohm -1/4 W
DG = diodo al germanio

CALIBRATORE A 2 MHz

Allo scopo di riconoscere l'inizio e la fine banda dei 2 metri (144 - 146 MHz), vorrei disporre di un calibratore a 2 MHz che per me, non vedente, sarebbe di grande utilità.

SANNITO SETTIMO
Bari

Applichi all'uscita di questo circuito un'antenna lunga 50 cm, onde irradiare il segnale generato e raccoglierlo poi con il ricevitore in grado di rilevare gli estremi di banda. Con C2 si tara l'oscillatore sul valore di frequenza di 2 MHz. Il calibratore va sistemato nelle immediate vicinanze dell'RX o dell'RTX.

Condensatori

C1 = 100 pF (mica)
C2 = 100 pF (compens.)
C3 = 100.000 pF (ceramico)
C4 = 1.000 pF

SONDA LOGICA

Con uscita su due diodi led, di colore diverso, vorrei costruire una semplicissima sonda logica per l'analisi dei circuiti TTL.

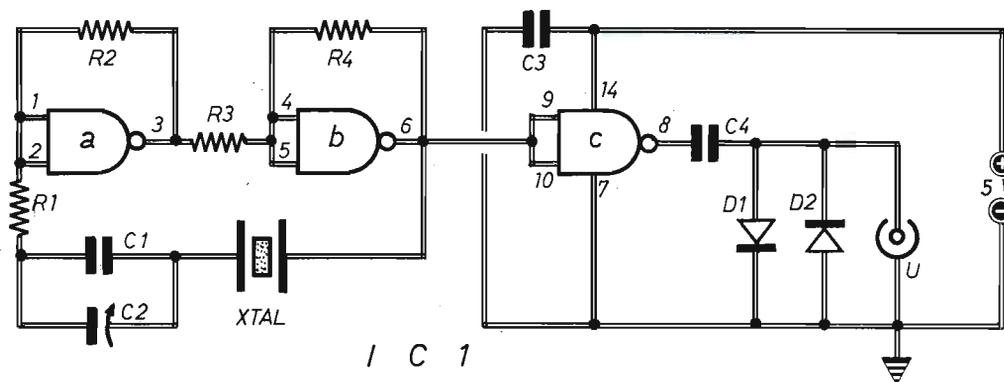
OLIVA MASSIMO
Napoli

Il funzionamento del circuito qui proposto è il seguente: quando si accende il led rosso DLR, lo stato logico rilevato è quello "alto" o "1". Quando si accende il verde DLV, si tratta di uno stato logico "basso" o "0". Se entrambi rimangono accesi, il segnale, ad onda quadra è caratterizzato da una frequenza elevata, superiore ai 20 Hz. Con R2 si regola il punto di lavoro di TR.

Condensatori

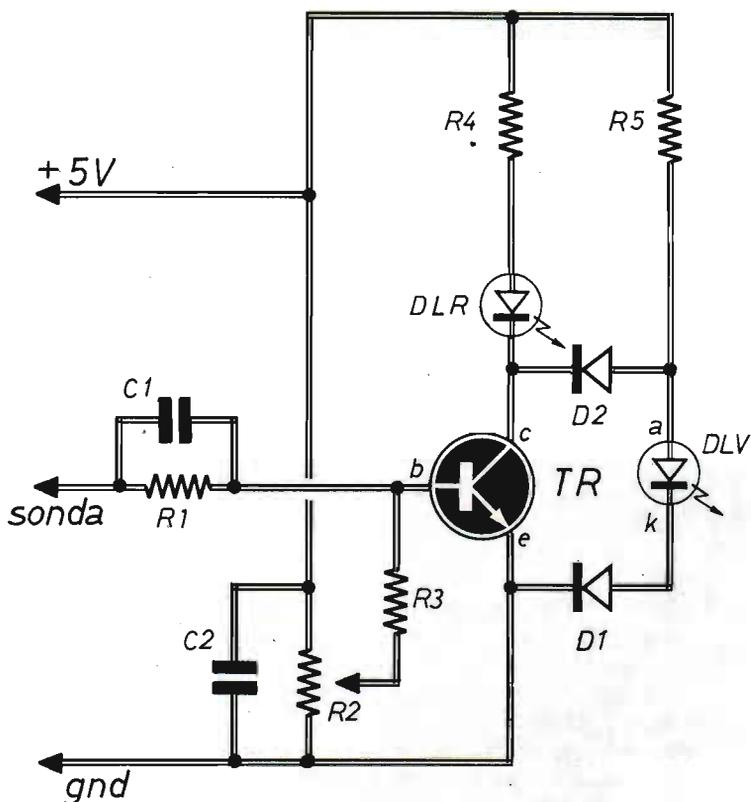
C1 = 1.000 pF (ceramico)
C2 = 100.000 pF (ceramico)

Resistenze

R1 = 8.600 ohm - 1/4 W
R2 = 100.000 ohm (trimmer)
R3 = 22.000 ohm - 1/4 W
R4 = 220 ohm - 1/4 W
R5 = 180 ohm - 1/4 W

Resistenze

R1 = 100 ohm - 1/4 W
R2 = 1.800 ohm - 1/4 W
R3 = 220 ohm - 1/4 W
R4 = 560 ohm - 1/4 W

Varie

IC1 = 7400
XTAL = quarzo (2 MHz)
D1 - D2 = diodi al silicio (1N914)
ALIM. = 5 Vcc stabilizz.

Varie

DLR = led (rosso)
DLV = led (verde)
D1 = 1N914
D2 = 1N914
TR = BC109

ALIMENTATORI PER RTX

Mi è capitato di sentire che gli alimentatori per i circuiti RF debbono essere concepiti in modo particolare. Se ciò risponde al vero, potreste pubblicare lo schema di un siffatto dispositivo a 13 Vcc - 3 A, da applicare al mio RTX?

BIANCHI IGNAZIO
Pesaro

Si è vero. Alcuni alimentatori, infatti, possono provocare rumori di vario tipo, se non addirittura la sovrapposizione delle emittenti locali forti su quelle deboli. Tutto sta nel maggiore o minore numero di filtri inseriti. Nel circuito qui presentato, il trimmer R1 consente di regolare la tensione in uscita tra 1,2 Vcc e 15 Vcc. F1 è un filtro da rete idoneo al passaggio della corrente di 1 A, F2 deve sopportare bene i 10 A.

Condensatori

C1 - C2 - C3 - C4 = 22.000 pF (ceramici)
C5 = 4 elementi da 22.000 µF - 26 VI in parallelo (tutti elettrolitici)
C6 = 100.000 pF (ceramico)
C7 = 10 µF - 16 VI (elettrolitico)
C8 = 100.000 pF (ceramico)
C9 = 22 µF - 26 VI (elettrolitico)

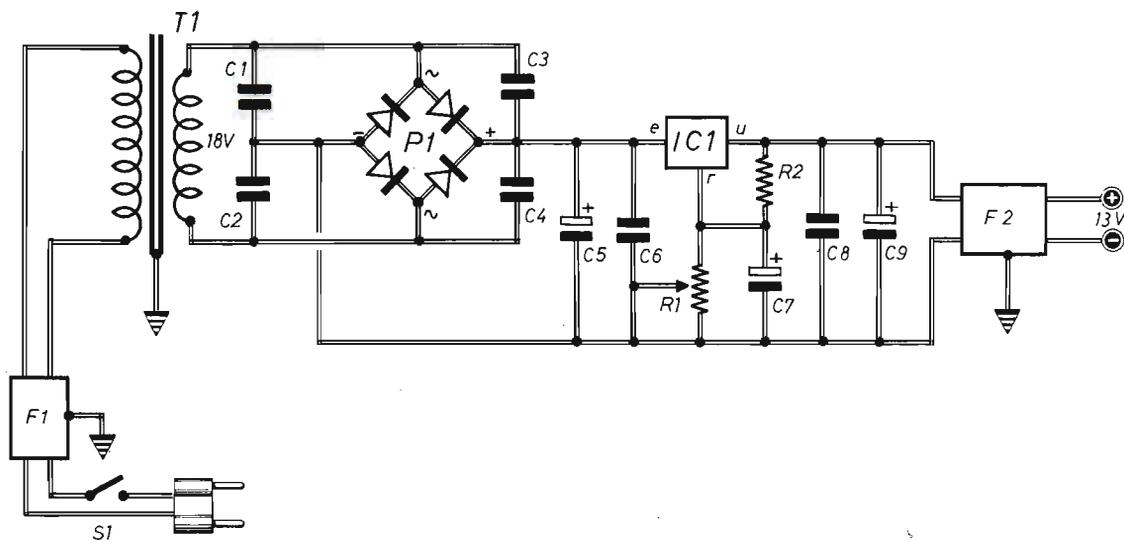
LIMITATORE DI PICCHI

In qualità di appassionato di computer, disponendo di alcuni programmi per la elaborazione di segnali radio, mi servirebbe lo schema di un circuito che limiti i picchi del segnale BF dell'RX ad un valore di 0,7 V.

MONTINI GHERARDO
Bologna

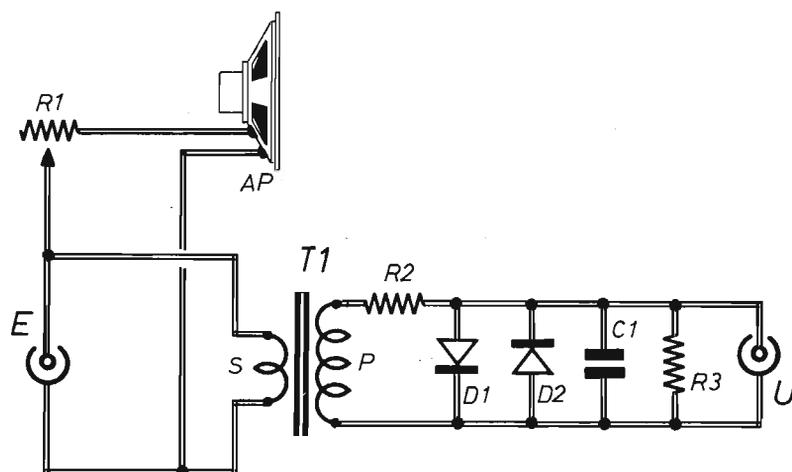
Il circuito qui pubblicato dispone di un altoparlante per il monitoraggio audio del segnale ricevuto. Con R1 si regola il volume sonoro di AP. Sull'entrata E si collega l'altoparlante del ricevitore, sull'uscita U il computer. Il trasformatore T1 è di tipo per apparati a valvole, con secondario a 4 ohm e primario a 5.000 ohm, ma può essere rappresentato da un modello da da 6 V/220 V - 5 W.

Condensatore

C1 = 1.000 pF (ceramico)

Resistenze

R1 = 4.700 ohm (trimmer)
R2 = 270 ohm - 1/2 W

Varie

F1 = filtro da rete (1 A)
F2 = filtro da rete (2 A)
S1 = interrutt.
T1 = trasf. (220 V - 18 V - 3 A)
P1 = ponte raddrizz. (80 V - 5 A)
IC1 = LM338K

Resistenze

R1 = 100 ohm (potenz. log.)
R2 = 100 ohm - 1/4 W
R3 = 1.000 ohm - 1/4 W

Varie

D1 - D2 = diodi al silicio (1N4004)
T1 = trasf. d'uscita valvolare
AP = 8 ohm (piccolo diametro)

VXO CON FET

Pilotato con un FET 2N3819 o MPF102, vorrei realizzare un VXO, cioè un oscillatore a cristallo con possibilità di variazione di frequenza, in grado di funzionare sulla gamma dei 40 metri (7 MHz).

DEL GIUDICE ALBINO
Brescia

Per coprire l'intera banda di 7.000 KHz ÷ 7.030 KHz, tenuto conto che, tramite l'impedenza J1 da 10 µH, si ha una variazione di frequenza di 10 KHz circa, servono tre quarzi. Provveda a far seguire al circuito uno stadio separatore.

Condensatori

C1 = 75 pF (variabile)
C2 = 20 pF (a mica)
C3 = 33 pF (a mica)
C4 = 33 pF (a mica)
C5 = 100.000 pF (ceramico)
C6 = 100.000 pF (ceramico)
C7 = 100 pF (ceramico)

Resistenze

R1 = 100.000 ohm - 1/4 W
R2 = 100 ohm - 1/4 W

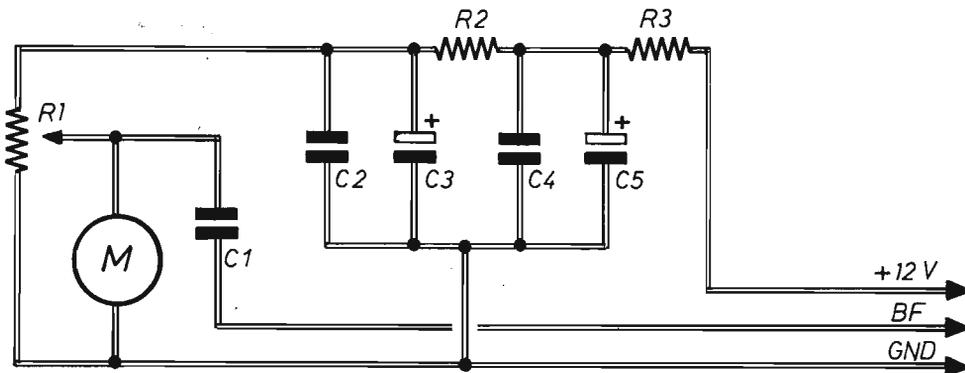
Varie

FT1 = 2N3819
J1 = imp. RF (10 µH)
J2 = imp. RF (100 µH)
X1 = quarzo (7 MHz)
ALIM. = 12 Vcc - stabilizz.

LARINGOFONO

Come posso utilizzare, in accoppiamento con il mio RTX in auto, un laringofono a carbone, da me recentemente acquistato in un mercato surplus?

PELOSI MAURIZIO
Mantova

Lo schema qui pubblicato vale anche per l'impiego di normali microfoni a carbone. Il trimmer R1 va regolato per la miglior risposta audio. Con la sigla M è segnalato il laringofono a carbone. Con GND la linea di massa.

Condensatori

C1 = 100.000 pF
C2 = 100.000 pF
C3 = 100 µF - 16 Vl (elettrolitico)
C4 = 100.000 pF
C5 = 100 µF - 16 Vl (elettrolitico)

Resistenze

R1 = 1.000 ohm (trimmer)
R2 = 680 ohm - 1/2 W
R3 = 680 ohm - 1/2 W

FT1
X1
R2
d
g
s
+
12V
J1
R1
C3
C5
C6
C2
C7
C1
J2
C4
USC.
RF

offerta speciale!

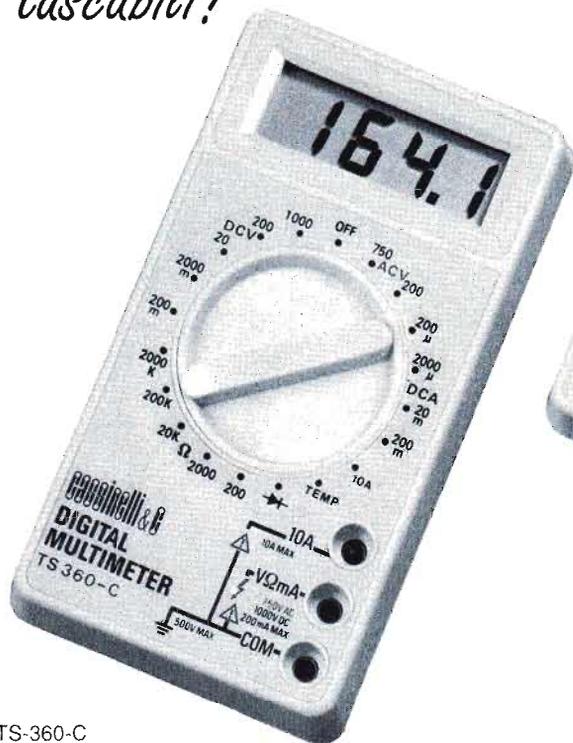
NUOVO PACCO DEL PRINCIPIANTE

Una collezione di dieci fascicoli arretrati accuratamente selezionati fra quelli che hanno riscosso il maggior successo nel tempo passato.

L. 15.000

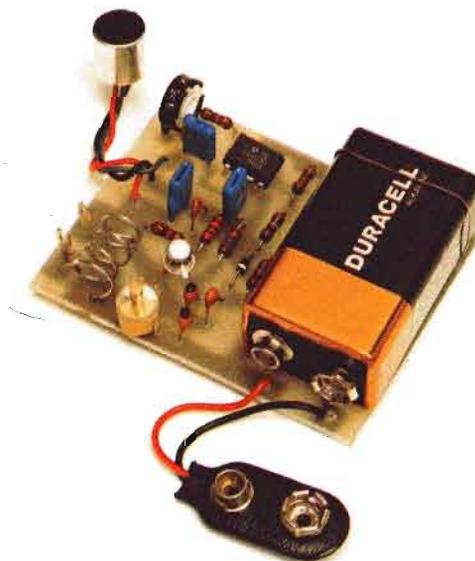
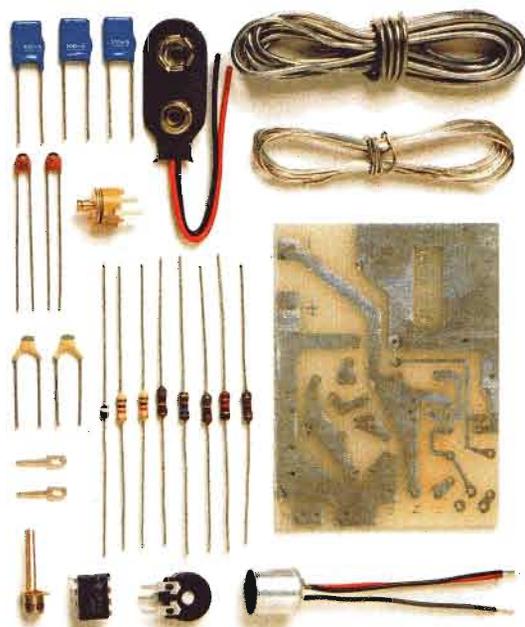
Per agevolare l'opera di chi, per la prima volta è impegnato nella ricerca degli elementi didattici introduttivi di questa affascinante disciplina che è l'elettronica del tempo libero, abbiamo approntato un insieme di riviste che, acquistate separatamente verrebbero a costare L. 5.000 ciascuna, ma che in un blocco unico, anziché L. 50.000, si possono avere per sole L. 15.000.

Richiedeteci oggi stesso IL PACCO DEL PRINCIPIANTE inviando anticipatamente l'importo di L. 15.000 a mezzo vaglia postale, assegno o c.c.p. n. 916205, indirizzando a: Elettronica Pratica - 20125 MILANO - Via Zuretti, 52.

STRUMENTI DI MISURA

Gli strumenti pubblicizzati in questa pagina possono essere richiesti inviando anticipatamente l'importo, nel quale sono già comprese le spese di spedizione, tramite vaglia postale, assegno bancario o conto corrente postale n. 46013207 a: STOCK RADIO - 20124 MILANO - Via P. Castaldi, 20.

MICROTRASMETTITORE FM 52 MHz ÷ 158 MHz

IN SCATOLA DI MONTAGGIO
L. 24.000

Funziona anche senza antenna. È dotato di eccezionale sensibilità. Può fungere da radiomicrofono e microspia.

L'originalità di questo microtrasmettitore, di dimensioni tascabili, si ravvisa nella particolare estensione della gamma di emissione, che può uscire da quella commerciale, attualmente troppo affollata e priva di spazi liberi.

CARATTERISTICHE

EMISSIONE	: FM
GAMME DI LAVORO	: 52 MHz ÷ 158 MHz
ALIMENTAZIONE	: 9 Vcc ÷ 15 Vcc
ASSORBIMENTO	: 5 mA con alim. 9 Vcc
POTENZA D'USCITA	: 10 mW ÷ 50 mW
SENSIBILITÀ	: regolabile
BOBINE OSCILL.	: intercambiabili
DIMENSIONI	: 6,5 cm × 5 cm

La scatola di montaggio del microtrasmettitore, nella quale sono contenuti tutti gli elementi riprodotti qui sopra, costa L. 24.000. Per richiederla occorre inviare anticipatamente l'importo a mezzo vaglia postale, assegno bancario o conto corrente postale n. 46013207 intestato a: STOCK RADIO - 20124 MILANO - Via P. Castaldi, 20.